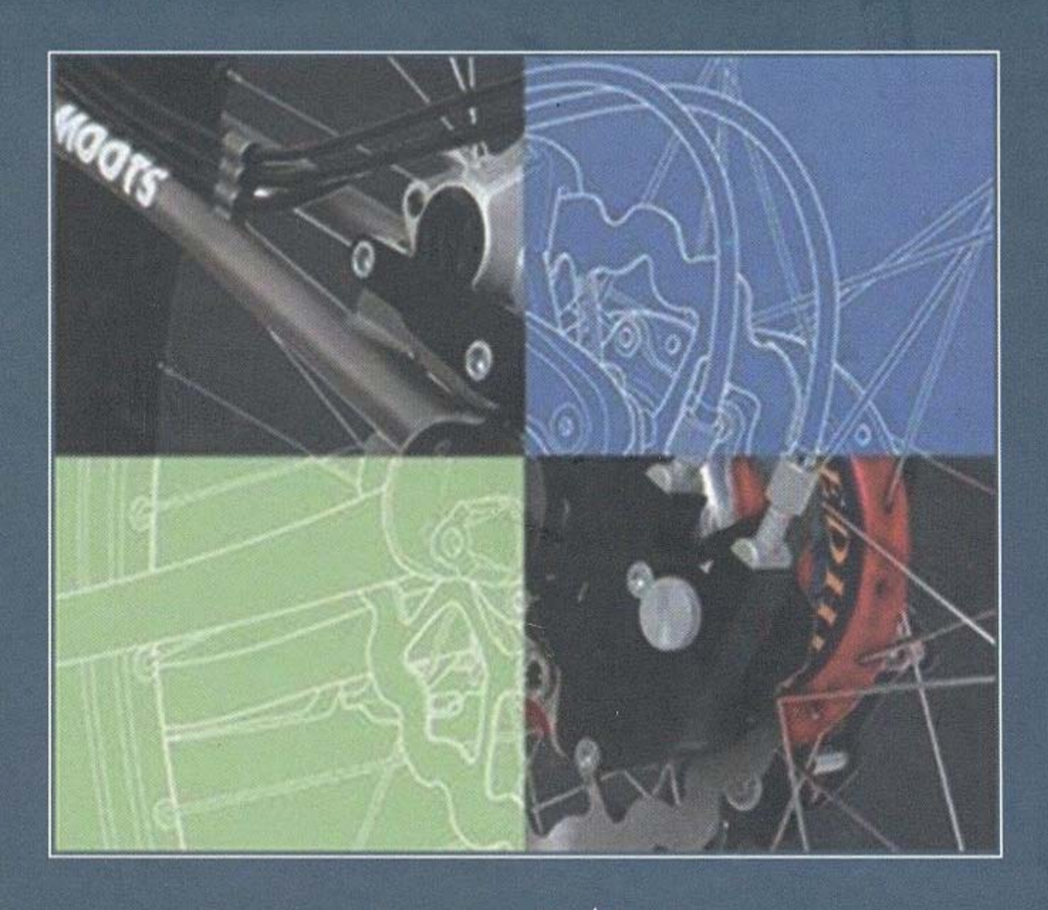
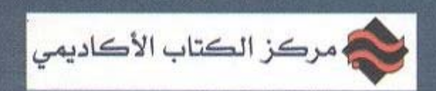
أساسيات ومبادئ

الرسم الهندسي



المهندس

عامر حماد الفلاحي



أسياسيات ومبادئ الرسم الهندسي

أسياسيات ومبادئ

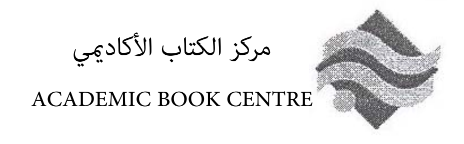
الرسم الهندسي

المهندس

عامر حماد الفلاحي

الطبعة الأولى

2011 م/ 1432 هـ



أساسيات ومباديء الرسم الهندسي

تأليف:م.عامر حماد الفلاحي

الطبعة العربية الأولى 2011

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة
المكتبة الوطنية
2010 /8/3088

604.2
الفلاحي،عامر الفلاحي
اساسيات و مبادئ الرسم الهندسي/عامر حماد الفلاحي ،.-
عمان:مركز الكتاب الأكاديمي،2010
( )ص.
ر.أ. 2010 /8/3088
الواصفات/الرسم الهندسي/
*أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة و التصنيف الأولية

ردمك ISBN 978-9957-35-028-4

مركز الكتاب الأكاديمي

عمان- شارع الملك حسين- مجمع الفحيص التجاري

ص.ب. 1061الرمز البريدي11732- تلفاكس:4619511-6-962+

E-mail:a.b.center@hotmail.com

Abc.safi@yahoo.com

الإهداء

الإهداء إلى روح أمي ....

أسأل الـلـه لها الجنة

المحتويات

الفصل الثالث الكتابة

الفصل الرابع العمليات الهندسية

الفصل الخامس الأبعاد

الفصل السادس الرسم المجسم

الفصل السابع نظرية الإسقاط المتعامد

الفصل الثامن القطاعات

مقدمة

لا شك في أن التطور الصناعي المضطرد الذي يشيده العالم بأسره أوجد شعورا متزايدا لدى المهتمين بصورة إعداد فئات مهنية متخصصة من المستويات المختلفة وخصوصا مستوى الفنيين، لذلك فقد اتجهت الدول إلى فتح المراكز والمعاهد الفنية لتوفير ما تحتاجه من هذه الكوادر. وإني أمل أن يكون هذا الجهد المتواضع محاولة موازية لتلكم الجهود من أجل توفير الكتاب العربي التقني بغية إعداد الفنيين على أسس علمية رصينة.

وقد روعي أن تكون مادة الكتاب متفقة مع النظم العالمية المعتمدة، مكتوبا بلغة عربية سهلة ومفهومة. وقدر لهذه الفكرة أن ترى النور بعد أن كانت على هيئة محاضرات ألقيت في معاهد وهيئات مختلفة ثم طبعت على هيئة كراس وزع على طلبة قسم الميكانيك في المعهد المهني العالي لإعداد المدربين في مدينة مصراتة ثم أضفت له فصولا أخرى وعدلت مادته لتصبح شاملة تخدم طلبة التخصصات الأخرى في جميع الأقسام.

ولا يفوتني أن أعرب عن عظيم امتناني وشكري لكافة الأخوة والزملاء الذين أبدوا ملاحظاتهم القيمة التي ساعدت في إخراج العمل بشكله النهائي. ويسرني أن أضع هذا الكتاب بين يدي طلبة المعاهد والكليات الهندسية مساهمة في تعريب الكتاب العلمي والتقني، سائلا المولى جلت قدرته أن يحقق به الفائدة للجميع.

و اللـه ولي التوفيق

عامر حماد الفلاحي

ماجستير هندسة ميكانيكية

أستاذ محاضر في: المعهد العالي للصناعة

مصراتة – ليبيا

تمهيد

يعتبر الرسم الهندسي أحد الأسس الهامة التي تقوم عليها جميع فروع الهندسة. وهو لغة مشتركة بين المصممين والمهندسين والكوادر الوسطية في جميع أنحاء العالم. والرسم الهندسي لغة كل العاملين في مجالات الصناعة والعمارة والبناء على مختلف جنسياتهم. وهو لغة تتخطى عوائق الترجمة إذ أن قواعدها مفهومة من قبل أنحاء الجنس البشري.

انطلاقا من ذلك ولأهمية الرسم الهندسي كدعامة مهمة جدا لإعداد الكوادر الهندسية ظهرت الحاجة إلى وجود الكتاب العربي الذي يتناول هذا الموضوع الحيوي لغرض إيصال الطالب إلى المرحلة العلمية التي يمكنه فيها ربط المفاهيم والنظريات الخاصة بالرسم الهندسي بالمفاهيم العلمية لمختلف المواد النظرية الأخرى التي يتلقاها وأن يبين انعكاس كل منهما على الآخر كي يستفيد منها الطالب في حياته العملية وقد اشتمل هذا الكتاب على ثمانية فصول روعي ترتيبها بحيث تساعد على بناء المعلومات بناء رصينا وكالتالي:

- **الفصل الأول:** ويبحث في أهمية الرسم الهندسي وطرق التمثيل المختلفة للأجسام، وأدوات الرسم الهندسي واستعمالاتها، وكذلك أوراق الرسم ومقاساتها.
- **الفصل الثاني:** وقد تناول أنواع الخطوط، واستخداماتها، وطرق رسمها.
- **الفصل الثالث:** ويبحث في الكتابة وأنواعها، وكيفية كتابة الحروف والأرقام المستخدمة في كتابة البيانات اللازمة على الرسم.
- **الفصل الرابع:** ويتناول العمليات الهندسية، وهي كثيرة متنوعة تشمل، العمليات الخاصة بالمستقيمات، وعمليات رسم الأقواس والدوائر، وعمليات التماس، وعمليات رسم المضلعات المنتظمة، وعمليات رسم الزوايا، وعمليات رسم القطع

الناقص والقطع المكافئ ورسم الحلزون، ورسم المنحنى الالتفافي ورسم الشكل البيضي.

- **الفصل الخامس:** ويبحث في الأبعاد وضوابط وضعها حسب قواعد النظام العالمي SI وكيفية وضع الأبعاد للأشكال الهندسية المختلفة كالدائرة والأسطوانة والمخروط ... الخ.
- **الفصل السادس:** ويتناول طرق الرسم المجسم مثل المنظور الهندسي المتساوي القياسي والمنظور المائل كذلك طرق رسم الدوائر في الأيزومترك.
- **الفصل السابع:** ويبحث في نظرية الإسقاط المتعامد وكيفية تمثيل الأجسام في مساقط متعامدة وطريقة ترتيب هذه المساقط حسب نظام الزاوية الزوجية الأولى ونظام الزاوية الزوجية الثالثة.
- **الفصل الثامن:** وقد تناول القطاعات وأنواعها، القطاع الكامل والقطاع النصفي والقطاع الجزئي وفوائدها وقواعدها ومساقط القطاعات وبيان الأجزاء التي لا تقطع.

هذا وقد كان أسلوب عرض مادة الكتاب بسيطا حيث تم التمهيد للمادة العلمية بعرض موجز ثم يطلب من الطالب القيام ببعض النشاطات التي تثير بعض التساؤلات في نفسه حول تفسير نتائج تلك النشاطات بحيث يتم التوصل في النهاية إلى تثبيت المعلومات وترسيخها في ذهن الطالب.

كما تضمن الكتاب مجموعات من التمارين والأمثلة التوضيحية ومجموعات أخرى من الرسوم والصور المنتقاة لجعل المادة العلمية أكثر سهولة وتشويقا. وينصح في تدريس مادة الكتاب إتباع ما يلي:-

* يكون تسلسل إعطاء المادة كما هي في الكتاب.

* ممارسة أكبر قدر ممكن من التمارين الواردة من قبل الطالب على شكل واجب صفي وآخر بيتي.

* التقيد التام بالضوابط والقواعد الواردة فيه.

* ربط مادة الكتاب بأمثلة عملية والتنسيق بين مدرس الرسم ومدرسي العملي.

وقد أوردت في النهاية الكتاب مراجع ومصادر مهمة لتكون عونا لهم في تدريس محتويات هذا الكتاب أملين أن نكون قد وفقنا في تقديم هذا العمل المتواضع وأن تكون دراسته سهلة وممتعة ومفيدة في الوقت نفسه.

و الله من وراء القصد

الفصل الأول

أهمية الرسم الهندسي

الفصل الأول

أهمية الرسم الهندسي

1.1 أهمية الرسم الهندسي:

حينما يعجز الإنسان عن التعبير عن أفكاره بالكلمة فإنه يجد في الرسم الملاذ والقدرة على توصيل أفكاره، للآخرين وخاصة عندما يتحدث إلى إنسان لا يفهم نفس اللغة. ولابد أنك في موقف ما أردت التحدث إلى شخص ألماني أو صيني مثلا فوجدت نفسك غير قادرة على التفاهم معه لأنه لا يحسن فهم العربية ولا أنت قادر على التحدث على التفاهم معه لأنه لا يحسن فهم العربية ولا أنت قادرة على التحدث باللغة الألمانية أو الصينية، ترى ماذا كنت ستفعل في موقف كهذا؟ الجواب لابد أنك بادرت إلى الإشارة أو الإيحاء ثم إلى "الرسم" كوسيلة لإيصال أفكارك إلى هذا الشخص. وهكذا فقد استخدم الإنسان منذ أقدم العصور الرسم كلغة مشتركة بين كل أبناء الجنس البشري. وشواهد ذلك واضحة في الآثار التي تركتها لنا الحضارات الثلاثة القديمة حضارة وادي الرافدين وحضارة وادي النيل وحضارة الإغريق.

والرسم الهندسي لغة كل العاملين في مجالات الصناعة والعمارة والبناء على مختلف جنسياتهم وهو لهذا ذو أهمية عظيمة حيث أنه يتخطى حواجز الترجمة وعوائق اللغات المنطوقة. فحينما يرسم المهندس الياباني تصميما لجزء ميكانيكي أو آلة أو أي شيء آخر فإنه يرسمه وفق ضوابط وقواعد تجعل هذا الرسم مفهوما تماما من قبل المهندس أو الفني العربي أو السويدي على حد سواء.

وككل اللغات، فإن لغة الرسم الهندسي يمكن تعلمها واستعمالها بسهولة ويسر، وهي عمود من أعمدة التطور الذي تشهده الحياة في الصناعة التي أحدثت هذا التغير الهائل في

حياة الإنسان كفرد وكمجتمعات من هنا ظهرت الحاجة لإعداد كوادر ملمة بقواعد وأصول هذه اللغة.

ولو أردنا وضع تعريف مناسب للرسم الهندسي لقلنا بأنه: تمثيل لجزء أو مجموعة أجزاء من منتج ما بمساقط متعامدة أو مجسمة مع وضع الأبعاد والبيانات التوضيحية التي تزيد من تعريف هذا الجزء المنتج.

تعتبر الرسومات الهندسية أحد الأسس الهامة التي تقوم عليها جميع فروع الهندسة. إذ تستخدم الرسومات منذ اللحظة الأولى التي يبدأ فيها العمل في تصميم منتج جديد أو تعديل أحد المنتجات الموجودة، إلى اللحظة التي يتم فيها عمل الرسوم التجميعية النهائية للمنتج النهائي. وبدون الرسم الهندسي ما كان للتقديم الفني الحالي أن يصل أبدا إلى منجزاته العصرية. ويوفر الرسم الهندسي مزايا كثيرة أهمها:

1- تعتبر الرسومات الهندسية بمثابة سجل دائم ثابت المعلومات يضمن إنتاج كميات بنفس الأبعاد والجودة في أي وقت ومكان.

2- الرسومات الهندسية وسيلة جيدة لنقل الأفكار بين المصمم والمهندس والمنفذ بصورة واضحة ومختصرة.

3- تساعد على إمكانية تطوير المنتجات لأنها توفر إمكانية جيدة للمصمم على الدراسة والبحث عن سبل أسهل في التصنيف والتجميع.

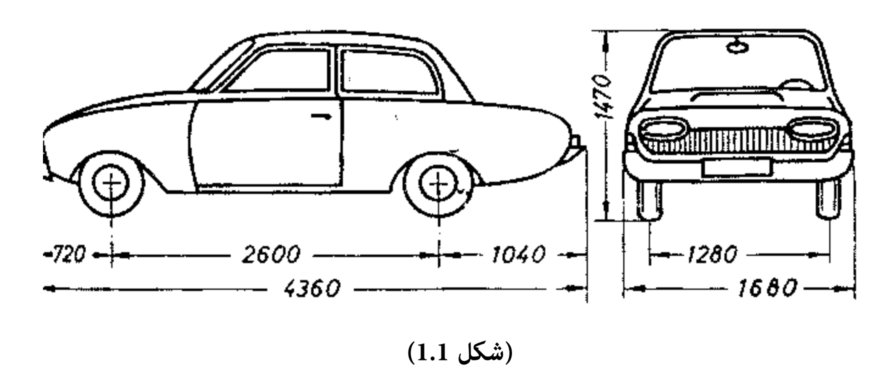
4- تتميز الرسومات الهندسية بأنها مثل الرياضيات لغة دولية أي أن حواجز الترجمة لا تقف عائقا أمام فهم أي رسم هندسي.

1.2 طرق التمثيل المختلفة

هنالك طرق مختلفة لتمثيل الأجسام، تؤدي كل طريقة منها وظيفة أو هدف معين، نذكر من هذه الطرق ما يلي:

1.2.1 الرسم لتحديد الأبعاد (رسم شامل)

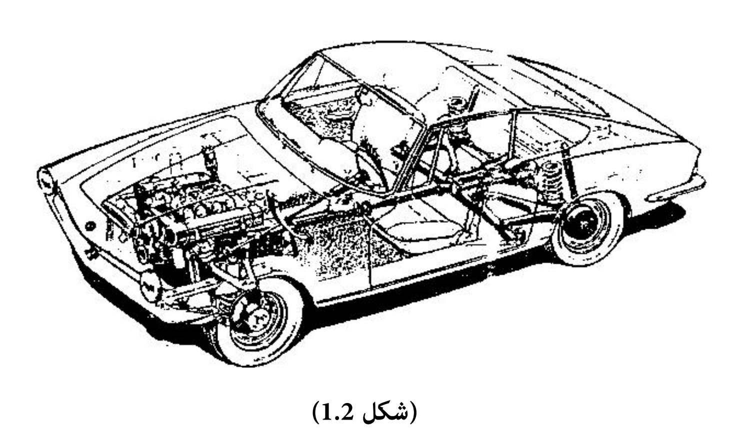
وهو رسم تمثيلي مع إعطاء الأبعاد الإجمالية وأبعاد التجاويف الداخلية... الخ، (يستعمل للمجلات والكتالوجات)، (شكل 1.1).



(شكل 1.1)

1.2.2 صورة شبحية (شفافة)

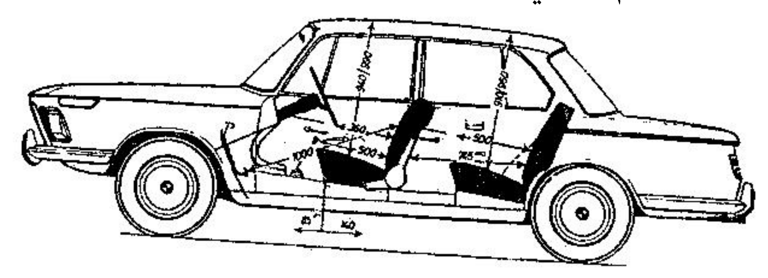
ترسم فيها الأجزاء الخارجية مثل أغطية وأغلفة الماكينات بشكل شفاف. ولا تعطي الأبعاد في الصورة، (تستعمل للمجلات والكتالوجات)، (شكل 1.2)



(شكل 1.2)

1.2.3 صورة قطاع

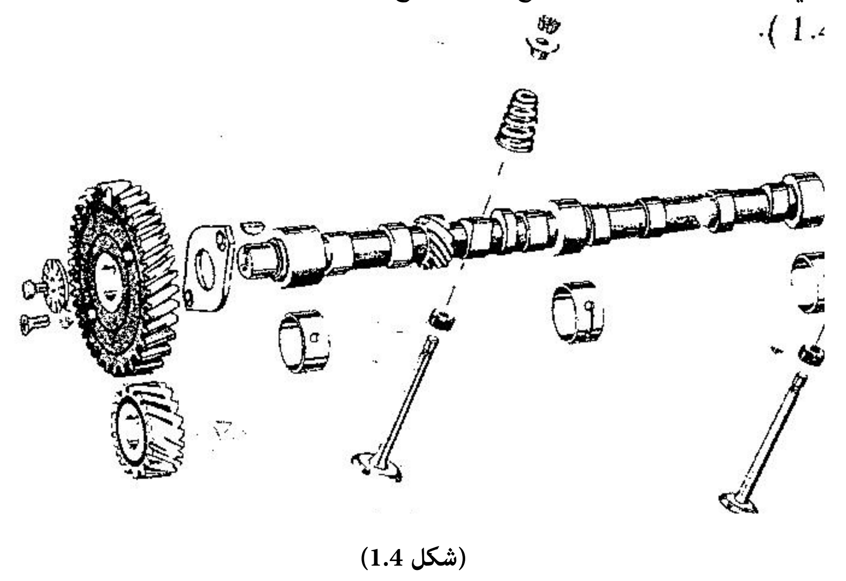
تحذف بعض الأجزاء من الصورة الشاملة بقصد إظهار أجزاء معينة أو تركيب ووظيفة بعض أجزاء التركيبات الهامة. (شكل 1.3)



(شكل 1.3)

1.2.4 رسم مفكك

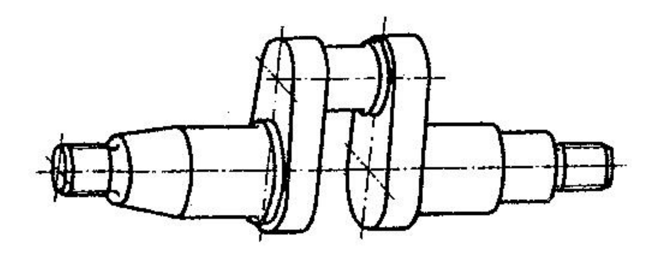
يبين مواقع الأجزاء وترتيب فكها وتجميعها لتكوين أجزاء الماكينات، (يستخدم هذا النوع من الرسومات في كتب الورش وكتالوجات قطع الغيار ... الخ)، (شكل 1.4).



(شكل 1.4)

1.2.5 رسم منظور

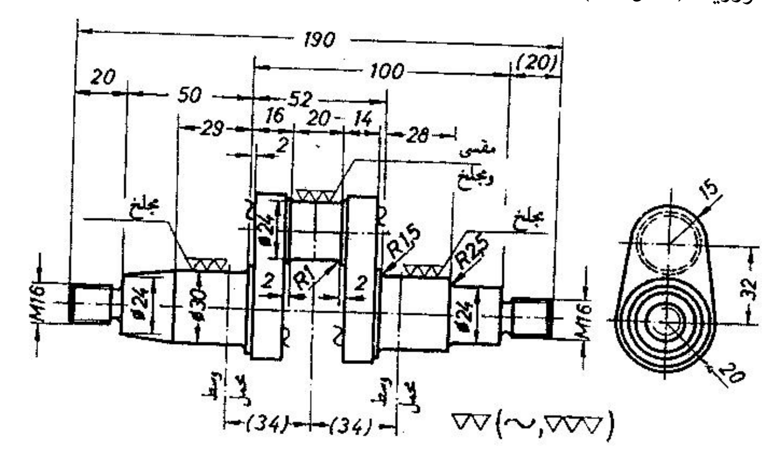
هو صورة مجسمة لجسم ما عندما ينظر إليه من نقطة معينة، (شكل 1.5)



(شكل 1.5)

1.2.6 الفني

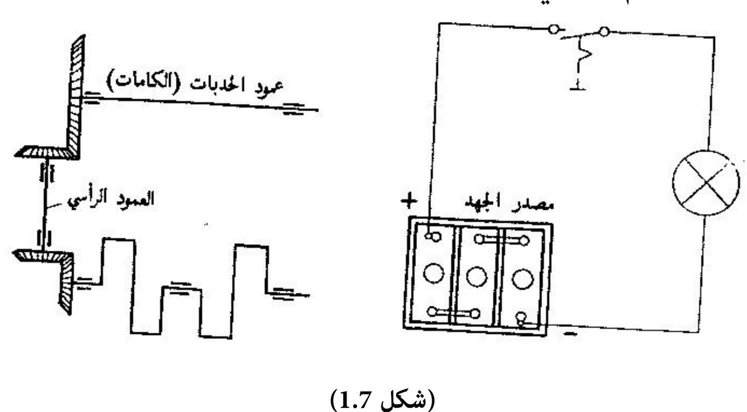
هو رسم للمساقط والقطاعات الضرورية لقطعة شغل ما بمقياس رسم معين مع وضع كـل الأبعـاد والبيانات الضرورية، (شكل 1.6)



(شكل 1.6)

1.2.7 المخطط

يستخدم في تمثيل التوصيلات الكهربائية، ودورات الزيت في المحرك، وتشحيم المركبات ونقل القوى في مجموعات المسننات، ومجموعات المكبح، ومجموعة التوجيه، وما شابه ذلك، (شكل 1.7)



(شكل 1.7)

1.3 أدوات الرسم الهندسي واستعمالاتها Basic Instruments:

لكتابة هذه اللغة التي تتكون أساسا من مجموعة من الخطوط وبكفاءة لابد من استخدام أدوات معينة، تستخدم أدوات الرسم لتهيئة الرسوم اللازمة في الصناعة أو العمارة ... الخ، ويتم في بعض الأحيان إعداد هذه الرسوم يدويا أو باستعمال بعض الأدوات الأساسية التي تطورت عبر السنين. كما يتم إعداد البعض الآخر من الرسوم باستخدام الحاسوب وملحقاته المتطورة. ولكن النتيجة النهائية هي (تصميم لكي ينتج ويستخدم في مفاصل الحياة). وتتكون هذه الأدوات مما يلي:

1.3.1 لوحة الرسم الخشبية: Drawing Board

تصنع هذه اللوحة من الخشب أو البلاستك الصقيل. ولابد أن تكون أكبر من ورقة الرسم بعدة سنتمترات وسطحها العلوي خالي من أي انبعاجات أو نتوءات ويجب أن تكون ذات حافات وجوانب دقيقة متعامدة صقيلة تسهل حركة مسطرة الرسم Tee square عليها.

1.3.2 أوراق الرسم: "Drafting Media "Paper Sheets

هنالك نوعان من الأوراق المستخدمة في الرسم:

أ- **ورق مقوى: Drawing paper** : يستعمل للرسم عليه بقلم الكرافيت (قلم الرصاص) وهو على أنواع مختلفة منه الصقيل ومنه الخشن أو المحبب ومنه الرقيق ومنه السميك. وتحدد المواصفات القياسية الألمانية (DIN 476) * أبعاد أوراق الرسم بنسب متشابهة إذ تحدد النسبة بين الطول إلى العرض بحوالي $\sqrt{2}$. وبتقسيم اللوحة إلى نصفين متساويين يمكن الحصول على المقاس الذي يليه وتعتبر اللوحة ذات المقاس 841 x 1189 mm هي اللوحة الأساسية للتقسيم وتأخذ الرمز A0. ويبين (الجدول 1.1) أبعاد لوحات الرسم حسب تقسيم المواصفات أعلاه.

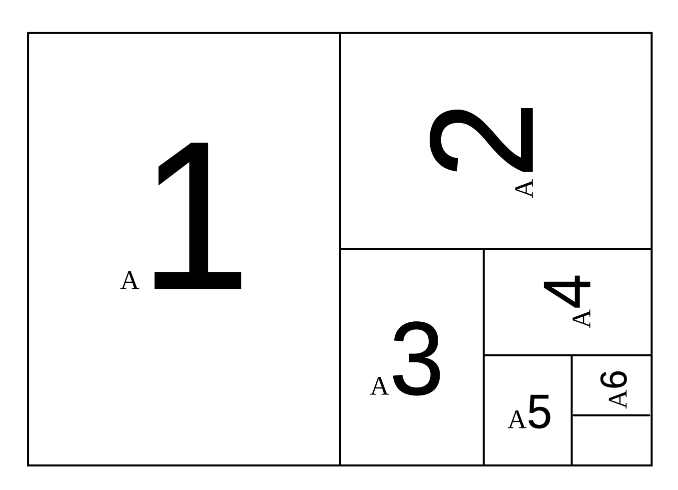
جدول 1.1 أبعاد لوحات الرسم حسب الـ DIN 476

المقاس mm	الرمز المختصر للمقاس
841 x 1189	A0
594 x 841	A1
420 x594	A2
297 x 420	A3
210 x 297	A4*
148 x 210	A5
105 x 148	A6**

* تعتبر كلمة DIN اليوم أسماء ورمزا للمعهد الألماني للمواصفات Deutsches Institute for Normung.

* A4: الأبعاد الموحدة لورق الخطابات

يمكن الحصول على مقاسات المجموعة A بالتنصيف المتتالي. فمثلا لوحة A0= لوحتـان A1 = أربـع لوحات A2 وهكذا. انظر (الشكل 1.8)



الشكل 1.8

ويبين (الجدول 1.2) نوع آخر من المقاسات كما يصنفه النظام الأمريكي للوحات.

جدول 1.2 أبعاد لوحات الرسم حسب النظام الأمريكي

المقاس Inch	الرمز المختصر للمقاس
85 x 11	A
11 x 17	B
17 x 22	C
22 x 34	D
34 x 44	E

كما تتوفر بالإضافة إلى هذه الأبعاد القياسية رولات من الورق بعرض in.42, 36, 30

*: A6: الأبعاد المتفق عليها دوليا للبطاقات البريدية.

ب- الورق الشفاف: Tracing paper : يستخدم هذا النوع من الورق لأغراض التحبير، حيث تحبر الرسومات المرسومة على الورق العادي لغرض حفظها في الأرشيف ولتسهيل استنساخ أعداد كبيرة منها.

1.3.3 الأقلام الرصاص: Drawing Pencils

تتوافر الأقلام الرصاص حسب درجة صلادتها أو لدونتها وتتراوح من 9H الأصلد إلى 6B الذي يعطي خطا سميكا أسود، حيث:

B 2B 3B 4B 5B 6B	F HB	9H 8H 7H 6H 5H 4H 3H 2H H
ناعم	متوسط	صلد

وحاليا تستخدم أقلام ميكانيكية يوضع بداخلها لب الرصاص بقطر 0.5 mm وهو الأكثر شيوعا وهنالك لب بقطر 0.7 mm و 0.3 mm أقل استخداما.

1.3.4 المسطرة: Tee Squares

وهي الأكثر شيوعا في الرسم على بوردات الرسم الهندسي وتصنع عادة من الخشب أو البلاستك أو المعدن (الألمنيوم). وهذه المسطرة بأطوال مختلفة حيث يحدد الطول المطلوب بحسب الحاجة. ويجب التأكد قبل استعمالها من تعامد جزئيها.

1.3.5 المثلثات: Triangles

نحتاج في رسوماتنا الهندسية إلى نوعين من المثلثات، الأول مثلث قائم الزاوية 60° – 30، والثاني مثلث متساوي الساقين 45°، وتصنع عادة من البلاستك الشفاف وتكون مستوية غير قابلة للثني.

1.3.6 الفرجار: Compass

يستخدم الفرجار لرسم الدوائر المختلفة الأقطار، وهو بأشكال مختلفة، منها فرجار للدوائر ذات الأبعاد المتوسطة وفرجار لرسم دوائر كبيرة يحتوي على ذراع تطويل ولابد

من وجود فرجار صغير لرسم الدوائر ذات الأقطار الصغيرة، وفرجار تقسيم لنقل المسافات وتقسيم الخطوط إلى مسافات متساوية وفرجار تحبير.

1.3.7 المنقلة: Protractor

تستخدم لرسم وتحديد الزوايا التي يصعب تحديدها باستخدام المثلثات.

1.3.8 الطبعات: Templates of Stencils

هنالك أنواع مختلفة من الطبعات مثل طبعة لرسم المنحنيات curves، وطبعة للأرقام والحروف العربية والإنجليزية، وطبعة لرسم الدوائر، وطبعة لرسم الأشكال البيضوية، وطبعة للرموز المعمارية، وطبعة للرموز الكهربائية والإليكترونية ... و الخ.

1.3.9 أقلام التحبير: Inking or Ruling Pens

تستخدم لتحبير الرسومات وتوجد بمقاسات مختلفة

mm	0.7	0.5	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1

1.3.10 أدوات مساعدة

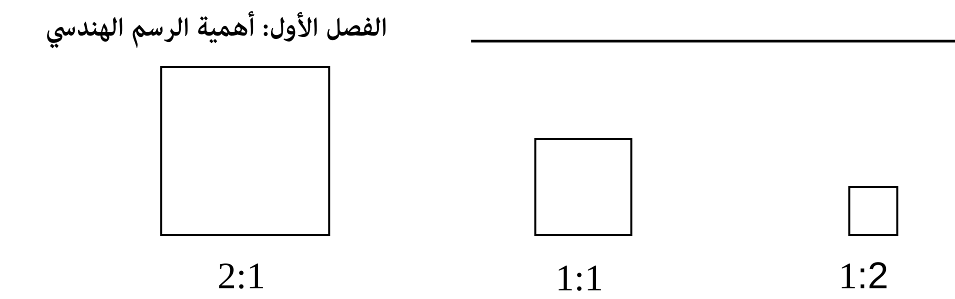
مثل المحاة والمبراة والشريط اللاصق وقطعة من القماش القطني.

1.4 مقياس الرسم: Scale of Drawing

في أحيان كثيرة تضطر إلى تصغير أو تكبير الرسم. وقد اصطلح على النسبة بين البعد المرسوم والبعد الحقيقي اسم مقياس الرسم، أي أن:

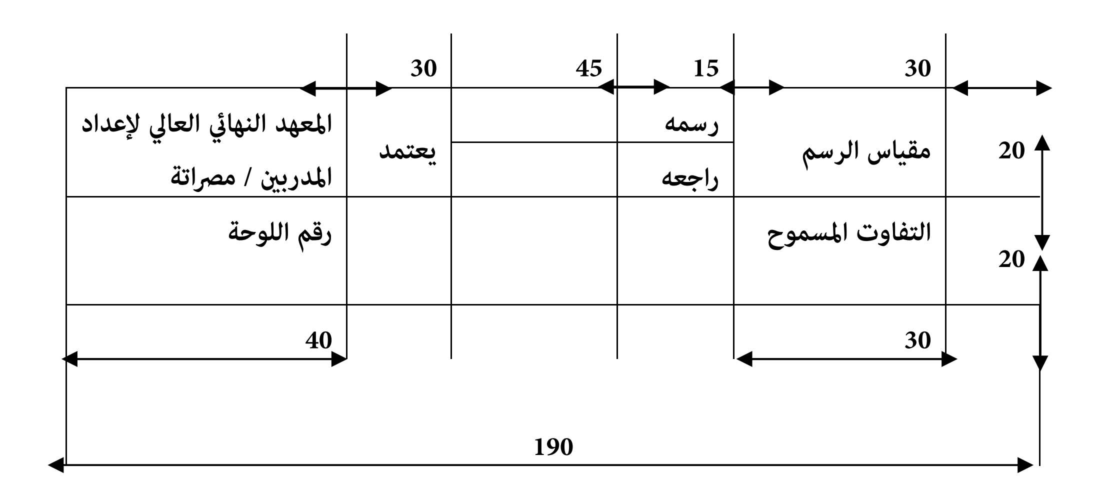
مقياس الرسم = البعد على الرسم ÷ البعد الحقيقي

ويكتب مقياس الرسم هو نصف، أي أن البعد على الرسم يمثل في الحقيقة نصف القيمة الفعلية للبعد الحقيقي. أما إذا كان مقياس الرسم 2:1 فهذا يعني أن الأبعاد مكبرة للضعف، حيث أن البعد المرسوم يمثل ضعف القيمة الفعلية للبعد. نستخدم للتكبير مقياس رسم 2:1 ، 5:1 وللتصغير نستخدم 1:2 ، 1:5 وهكذا.

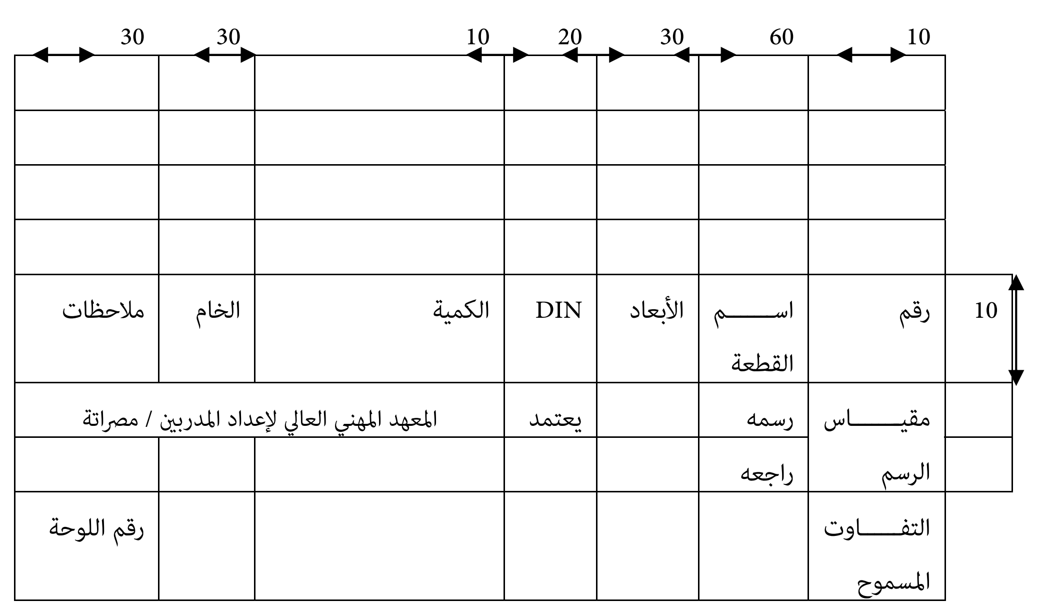


1.5 جدول البيانات: Title Block

تحتوي كل لوحة رسم على جدول لكتابة كل ما يخص الرسم من ملاحظات أو بيانات. وإذا احتوى الرسم على أكثر من قطة، كما في الرسوم التجميعية، فإنه يلزم إضافة قائمة للأجزاء المختلفة وتعطى كل قطعة رقما متسلسلا، ويذكر العدد المطلوب من كل قطعة وتعتبر قائمة الأجزاء مستندا هاما للتصنيع. وتحدد المواصفات الألمانية DIN 6771 نموذجا يمكن استخدامه في رسم التمارين المدرجة ضمن هذا الكتاب وكما مبين في (الشكل 1.9).



شكل (1.9 – أ) جدول البيانات عند رسم قطعة واحدة فقط

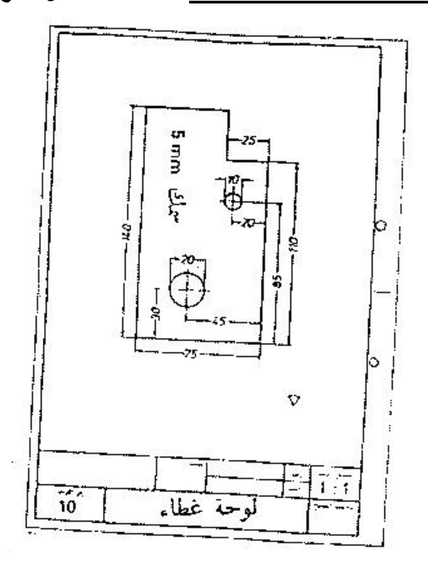


شكل (1.9 – ب) جدول البيانات مع قائمة الأجزاء عندما يحتوي الرسم على عدة قطع

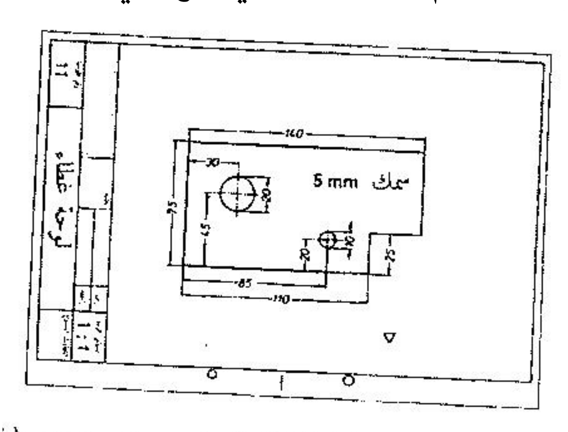
1.6 وضع لوحة الرسم

توضع اللوحة عند الرسم إما في الوضع الرأسي كما هو موضح في الشكل (1.10 – أ) أو ي الوضع الأفقي المستعرض كما هو موضح في الشكل (1.10 – ب)، وتكتب الأعداد بحيث تقرأ دائما من أسفل أو من اليمين. أما الملاحظات فتكتب بحيث تقرأ من أسفل.

وتحتوي كل لوحة على هامش عرضه 5 mm، وهامش إضبارة عرضه 15 mm لترك مسافة أكبر لتجميع وحفظ اللوحات ملفات وكما موضح في أدناه.



شكل (1.10 – أ) لوحة رسم مقاس DIN A4، في وضع رأسي (عرض اللوحة إلى أسفل)

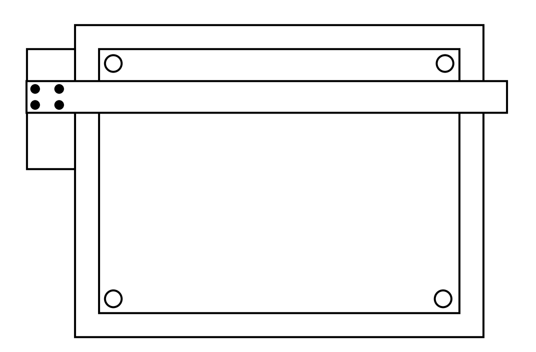


شكل (1.10 –ب) لوحة رسم مقاس DIN A4، الوضع المستعرض (طول اللوحة إلى أسفل)

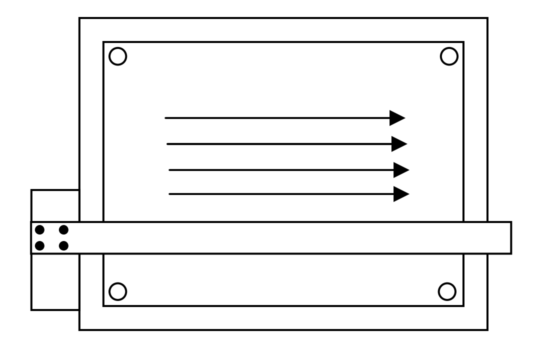
1.7 استخدام أدوات الرسم

لرسم مجموعة الخطوط الأفقية والعمودية والمائلة بزاوية معينة يمكن الاستعانة بالمسطرة والمثلثات للحصول على اتجاه الخط المطلوب، فمثلا لرسم الخطوط الأفقية تستخدم المسطرة T بعد تثبيتها بشكل يجعل حافتها متطابقة تماما مع حافة اللوحة الخشبية، في حين يتطلب رسم الخطوط العمودية ارتكاز المثلث على المسطرة وهكذا. وتبين الأشكال أدناه أوضاع مختلفة للحصول على الخط المطلوب.

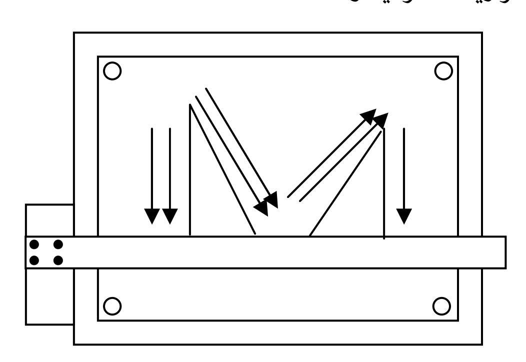
1- عملية تثبيت وتصفير الورقة على اللوحة بشكل صحيح:



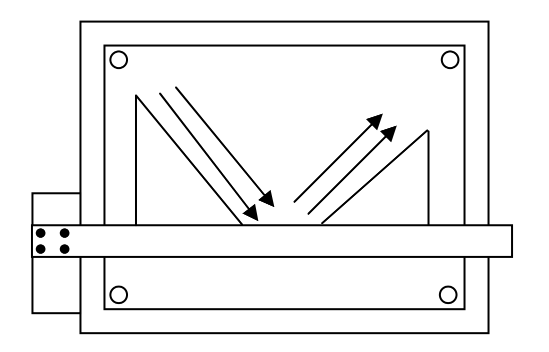
2- رسم الخطوط الأفقية المتوازية باستخدام المسطرة T (لاحظ الاتجاه الصحيح لرسم الخطوط من اليسار إلى اليمين):



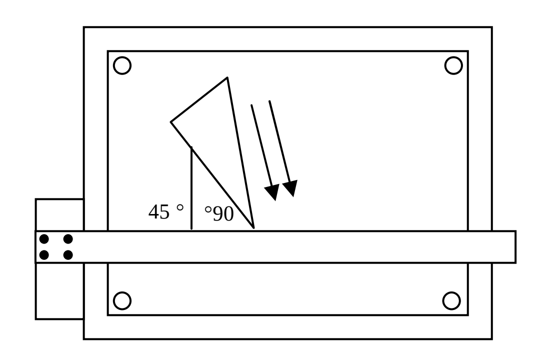
3- رسم الخطوط المتوازية العمودية والمائلة:



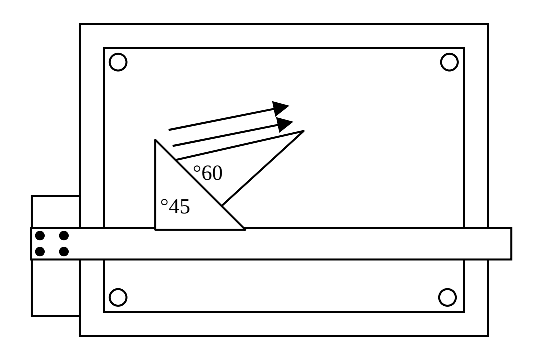
4- خطوط مائلة متوازية يتم رسمها بتحريك المثلث على المسطرة:



5- رسم خطوط متوازية مائلة بزاوية 75°:



6- رسم خطوط متوازية مائلة بزاوية 15°:



الفصل الثاني

أبجدية الخطوط

ALPHABET OF LINES

الفصل الثاني

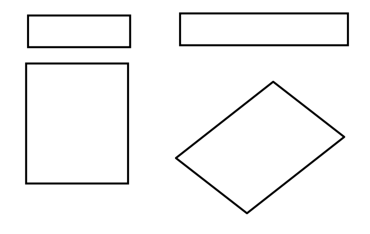
أبجدية الخطوط ALPHABET OF LINES

2.1 أبجدية الخطوط: ALPHABET OF LINES

وضعت مجموعة من الاصطلاحات لبيان أنواع الخطوط واستعمالاتها، سميت هذه المجموعة من الاصطلاحات (أبجدية الخطوط) وتنقسم أنواع الخطوط إلى ما يلي:

2.1.1 الخط المرئي أو الظاهر: Object or Visible Line

ويستخدم هذا الخط لتمثيل الحدود الظاهرة للجسم وهو خط سميك بالنسبة للخطوط الأخرى بحيث يظهر الرسم واضحا للناظر. سمك الخط 0.5 mm ويجب أن تكون كل الخطوط التي تمثل الأجزاء القريبة والبعيدة بسمك واحد ومنتظم. كما ويجب أن تلتقي الخطوط في نقطة دون ظهور زوائد أو نتوءات (شكل 2.1)

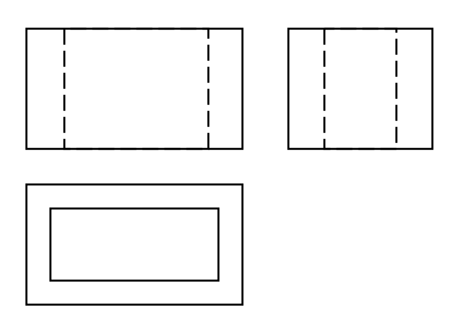


شكل 2.1

2.1.2 الخط المستتر أو المتقطع: Hidden or Dashed Line

ويستخدم هذا الخط ليبين الأسطح أو الأركان غير الظاهرة من الجسم في اتجاه النظر، وهذا الخط غير متصل كما أنه نحيف بسمك 0.3 mm ويتكون من مجموعة من القطع

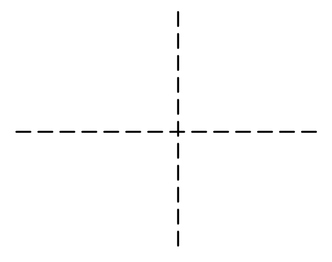
المتساوية ويكون طول كل قطعة 4 mm تفصل بينها فراغـات صـغيرة متسـاوية (الفـراغ حـوالي 2 mm) للرسومات ذات الحجم العادي، (شكل 2.2).



شكل 2.2

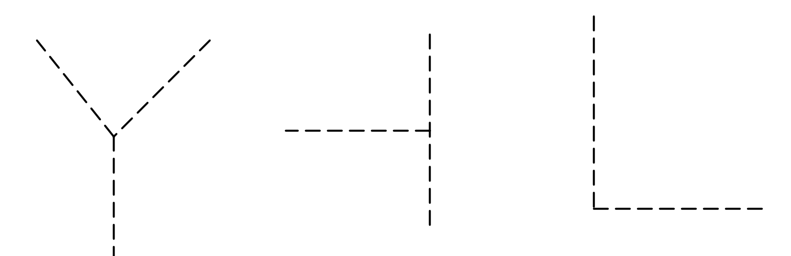
وللخطوط المستترة بعض الحالات الموضحة في ما يلي:

- تقاطع الخطوط المستترة: يجب أن يكون تقاطع خطين مستترين بتقاطع قطعتين من قطعهـما، أي لا يسـمح أن يكون التقاطع في الفراغ الذي يقع بين القطع (شكل 2.3).



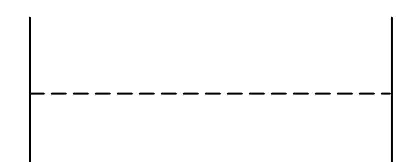
شكل 2.3

- إلتقاء الخطوط المستترة: كذلك الحال لا يسمح بإلتقاء الخطوط المستترة إلا عبر قطعتين، (شكل 2.4).



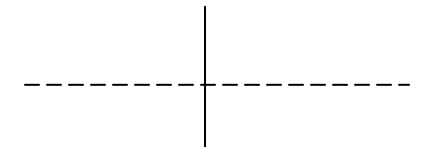
شكل 2.4

- إلتقاء خط مستتر بخط ظاهر: يجب أن يكون إلتقاء خط مستتر بخط ظاهر كما موضح في (الشكل 2.5).



شكل 2.5

- تقاطع خط مستتر مع خط ظاهر: كذلك الأمر بالنسبة لتقاطع خط مستتر مع خط ظاهر، أنظر (الشكل 2.6) أدناه.



شكل 2.6

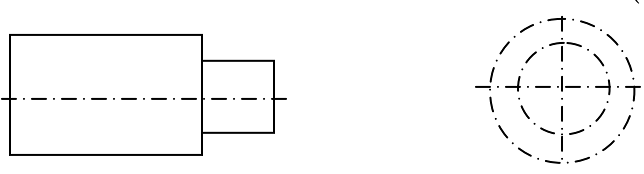
- الخطوط المستترة المتجاورة: عندما تكون الخطوط المستترة متوازية ومتجاورة فيجب أن يراعى عدم انتظام القطع والفراغات، انظر (الشكل 2.7) حيث يبين وضعين الأول مقبول والآخر مرفوض.

وضع غير صحيح　　　　　　　　وضع مقبول

شكل 2.7

2.1.3 خط المحور: Center Line

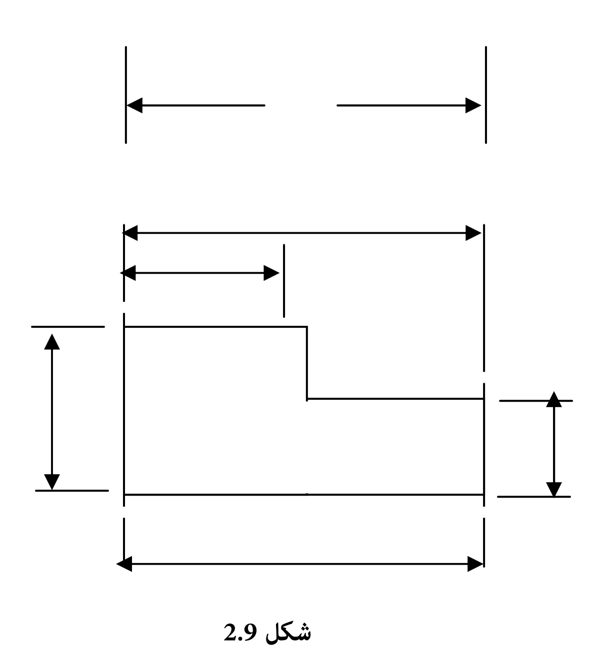
يستخدم هذا الخط لتحديد مركز تجويف أو دائرة، كذلك في حالات التماثل في الشكل وهو عبارة عن تتابع من قطع طويلة وأخرى قصيرة تفصل بينها فراغات متساوية. وهذا الخط نحيف أيضا. تمتد خطوط المحور مسافة 2 mm خارج الأجزاء المتماثلة في القطعة. وإذا تقاطعت خطوط المحور فيراعى أن يكون التقاطع بين خطين وليس عند النقط. ويمكن استخدام خطوط المحور كخط امتداد عند تثبيت الأبعاد، (شكل 2.8).



شكل 2.8

2.1.4 خط الامتداد وخط البعد: Extension & Dimension Lines

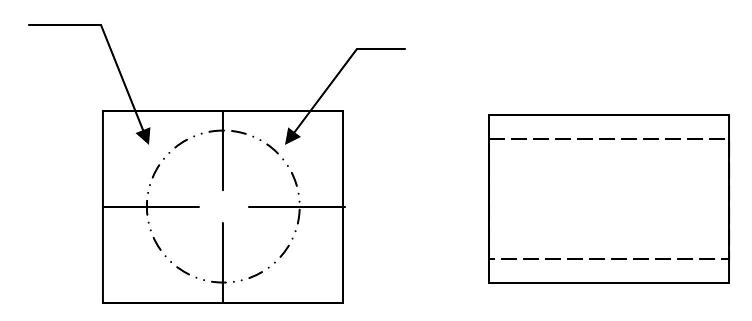
يستخدم كل من خط الامتداد وخط البعد عند كتابة الأبعاد للرسومات، وهذا النوع من الخطوط يكون بسمك 0.3 mm. ترسم خطوط الأبعاد موازية لحوافز المشغولة وتبعد عنها مسافة 8 mm، بينما ترسم خطوط الامتداد (تسمى أحيانا خطوط تحديد البعد) بحيث تبعد عن حافة جسم المشغولة مسافة 1 ÷ 2 mm وتمتد لمسافة 1÷ 2 mm خارج رؤوس أسهم الأبعاد، (شكل 2.9).



شكل 2.9

2.1.5 خطوط الإشارة: Leaders

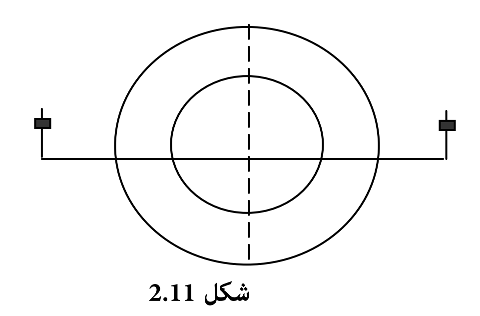
تستخدم خطوط الإشارة عند كتابة ملاحظة خاصة بجزء من الرسم لتحديد الجزء المشار إليه. ويجب أن يلامس رأس السهم الجزء المشار إليه. أما إذا استخدمت النقطة في نهاية خط الإشارة فإنها تنتهي عند السطح المشار إليه. وهذا الخط نحيف، (شكل 2.10)



شكل 2.10

2.1.6 خط القطع: Cutting – Plane Line

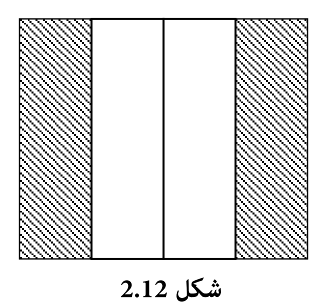
هذا الخط سميك ويستخدم للدلالة على مكان وجود مستوى القطع سواء كان مستوى القطع ثابت أم متنقل، (شكل 2.11).



شكل 2.11

2.1.7 خطوط التهشير: Section Lines

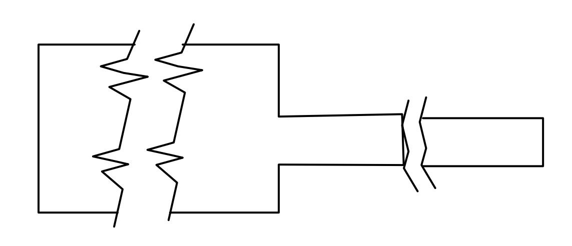
تمثل خطوط التهشير على الأسطح التي نتخيل قطعها بالمستوى القاطع، وهي مجموعة من الخطوط الرفيعة المتوازية تفصل بينها مسافات متساوية ثابتة. وتميل هذه الخطوط عن الأفق بزاوية 45° أو 30° أو 60°. وهذه الخطوط نحيفة، (شكل 2.12)



شكل 2.12

2.1.8 خطوط الكسر: Break Lines

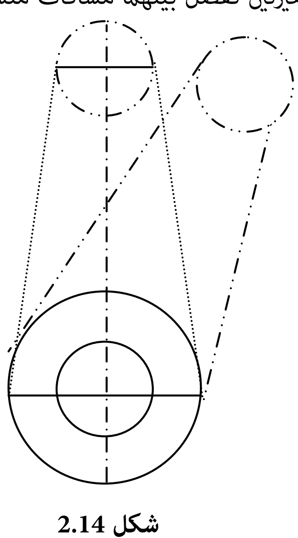
تستخدم هذه الخطوط لتقصير المسقط في الأجزاء الطويلة والتي لا تحتوي على أية تفاصيل أخرى. وهذه الخطوط نوعين حسب طول الجزء المراد كسره وهي رفيعة لخطوط الكسر الطويلة وسميكة لخطوط الكسر القصيرة، (شكل 2.13)



شكل 2.13

2.19 خطوط الحركة: Phantom or Ditto Line

هو عبارة عن خط رفيع يستخدم للدلالة على موضع آخر للجسم أو ليبين موضع جزء مجاور. ويرسم بقطعة كبيرة وقطعتين صغيرتين تفصل بينهما مسافات متساوية، (شكل 2.14)

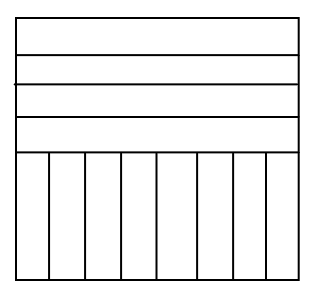


شكل 2.14

تمرين 1: خطوط الرسم

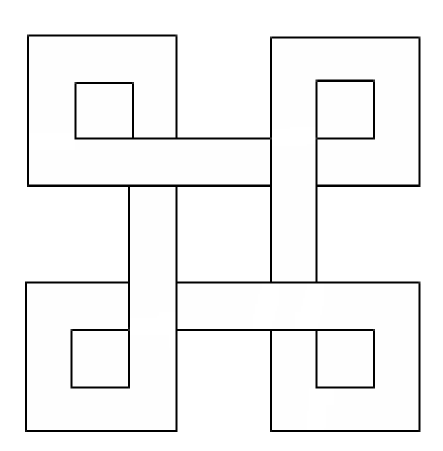
ارسم خط أفقي وآخر عمودي ثم قس على هذين الخطين مسافة 100 mm وأكمل رسم المربع. قسم المربع إلى نصفين علوي وسفلي، وعلى الضلع الطويل للجزء الأسفل اعمل تقسيمات بطول 12.5 mm وعلى الضلع الأيسر للجزء العلوي اعمل تقسيمات

بطول 12.5 mm أيضا. ارسم كل الخطوط الأفقيـة بالمسـطرة T، وكـل الخطـوط العموديـة بالمثلـث بحيث تكون المسطرة قاعدة يتحرك المثلث عليها بسهولة.



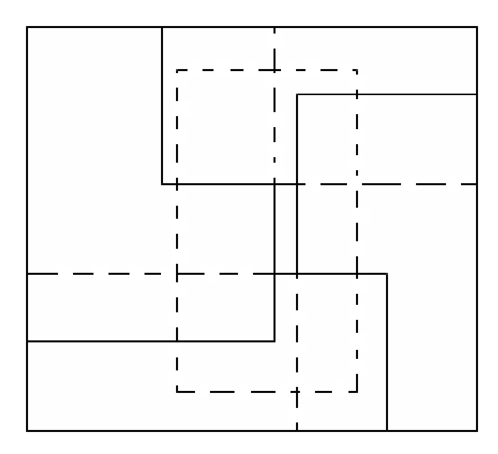
تمرين 2: خطوط الرسم

ارسـم مربـع طـول ضـلعه 100 mm. قسـم الجانـب الأيسرـ والأسـفل إلى سـبعة أقسـام متسـاوية باستخدام فرجار تقسيم. ارسم خطوط أفقية وأخرى عمودية من خلال هـذه النقـاط. امسـح الأجـزاء غـير الضرورية لتحصل على الشكل المطلوب.



تمرين 3: البطاقات الخمس للخطوط المرئية والمستترة

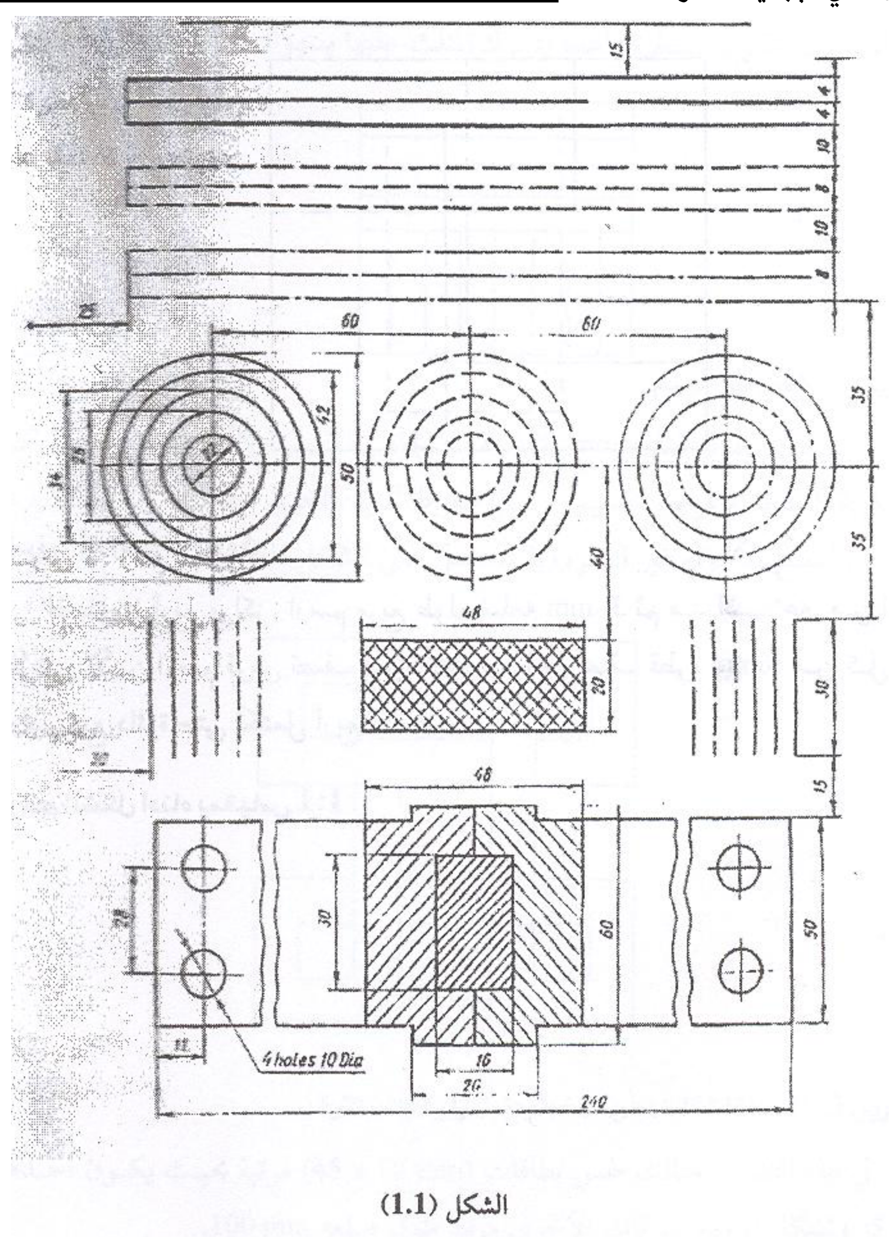
في هذا التمرين هنالك خمس بطاقات (45 x 75 mm) مرتبة بحيث يكون أحدها في المركز وتشـكل الأربع بطاقات الأخرى مربع طول ضلعه 100 mm



تمرين 4: رسم الحلزون

للحلزون أربع مراكز. ارسم مربع طول ضلعه 3 mm ثم مد أضلاعه. من الركن الأعلى الأيمن ارسم قوس نصف قطره 3 mm وآخر نصف قطره 6mm. من كل ركن ارسم ربع دائرة حتى تكتمل أربع لفات.

ارسم الشكل أدناه بمقياس 1:1


15
4
4
10
8
10
8
60
60
35
35
42
50
40
48
20
30
30
15
48
30
60
50
4 holes 10 Dia
16
26
240

الشكل (1.1)

الفصل الثالث

الكتابة LETTERING

الفصل الثالث

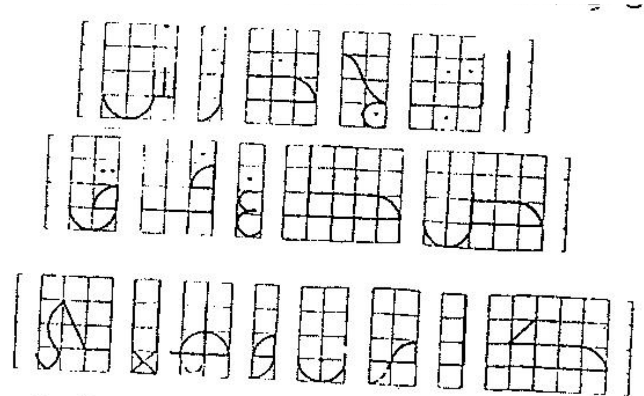
الكتابة LETTERING

3.1 كتابة الحروف والأرقام LETTERING

لإعطاء بيانات كافية عن الجسم لابد مـن كتابـة مجموعـة مـن الأرقـام التـي تمثـل أبعـاد الجسـم الخارجية والداخلية وكذلك كتابة كلـمات وملاحظـات مختصرـة تعتـبر أساسـية لإتمـام الفائـدة مـن هـذه الرسومات كما أنها تسهل قراءتهـا. والكلـمات والأرقـام التـي تصـاحب الرسـومات لابـد أن تكـون واضـحة ومتناسقة حتى تسهل قراءتها. والكثير يهمل الاهتمام بهذه البيانات، سواء من ناحية مقاسها أو دقتها، مـع كونها مرتبطة ارتباطاً كاملاً بـالجزء المرسـوم، لـذا وضـع المختصـون نمـاذج للحـروف والأرقـام التـي تصـلح لاستعمالها في الكتابة على الرسومات بالشكل والنسب التي تحقق جـمال هـذه الحـروف والأرقـام وتسـهل القراءة.

هنالك عدة طرق لإنجاز مثل هذه الكتابات الهندسية. منها الكتابة اليدويـة والكتابـة الميكانيكيـة. وللكتابة الميكانيكية وسائل عديدة منها الآلة الطابعة، والطبعات الجاهزة وأخيراً باستخدام الحاسـب الآلي. وقد شهدت السنوات الماضية إقبالاً كبيراً على استخدام وسائل الكتابة الميكانيكية والتي تعد وسائل كفـوءة ومفيدة جداً. وتعبر الآلة الطابعة والطبعات الجاهزة وسائل رخيصة مقارنة بالحاسوب الـذي بـالرغم مـن كونه كفوء جداً إلا أنه يعد من الوسائل الباهظة الثمن. والكتابة نوعان:

1- **كتابة عمودية: Vertical Lettering** وفي هذا النوع من الكتابة تكـون الحـروف والأرقـام قائمـة دون أي ميلان كما هو موضح في (الشكل 3.1)

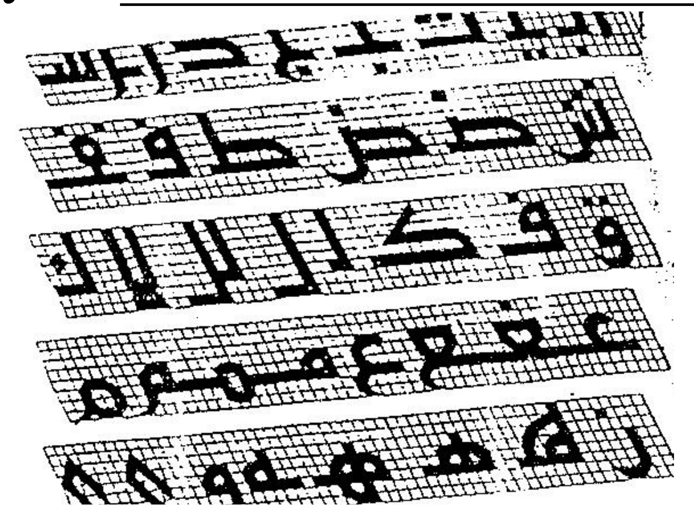


(شكل 3.1 أ) الحروف العربية بالخط الكوفي الهندسي النحيف

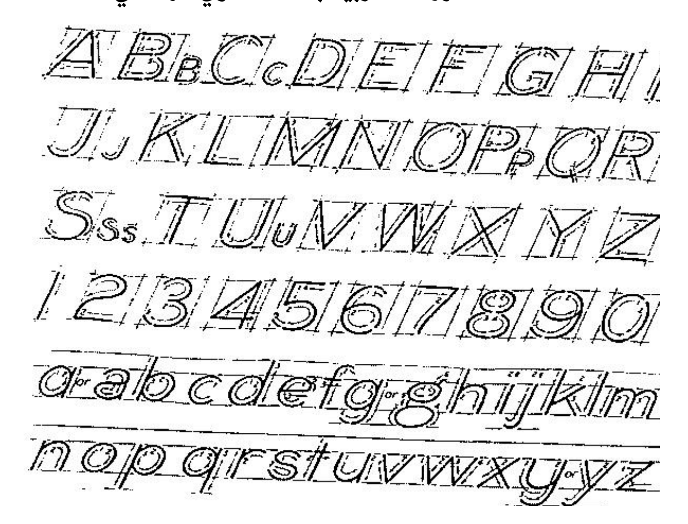


(شكل 3.1 ب) الحروف الإنجليزية كتابة عمودية.

2- كتابة مائلة: Inclined Lettering في هذا النوع من الكتابة تكون الحروف والأرقام مائلة بزاوية 75° أو 67.5° كما هو موضح في (الشكل 3.2)

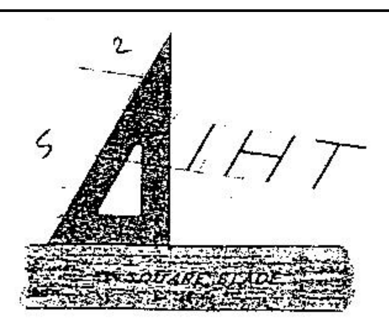


(شكل 3.2 أ) الحروف العربية بالخط الكوفي الهندسي المائل



(شكل 3.2 ب) الحروف الإنجليزية كتابة مائلة

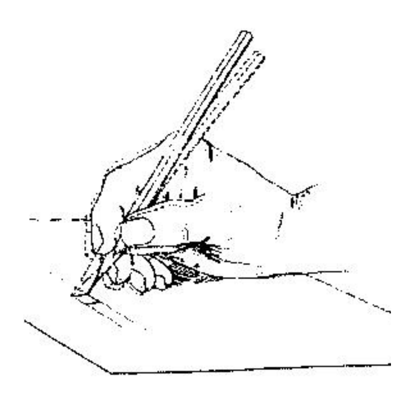
ويعتبر استخدام الزاوية 67.5^{o} هو الأكثر شيوعاً، ويمكن الحصول على هذا الميلان بسـهولة وذلـك عن طريق أخذ نسبة 2 إلى 5 كما هو موضح (بالشكل 3.3).



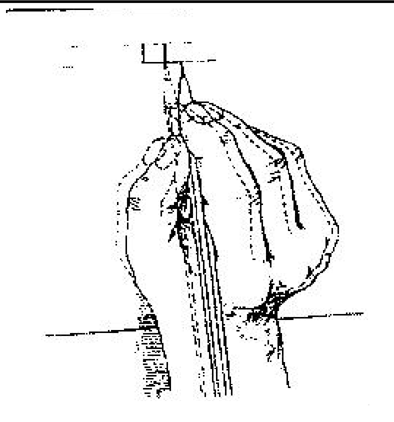
شكل 3.3 كيفية عمل خطوط متوازية مائلة بزاوية 67.5^{o}

وللمساعدة على الكتابة (اليدوية) الجيـدة تسـتخدم الخطـوط الدليليـة Guide lines لتحـدد قمـة وأسفل الحروف باستخدام قلم الرصاص.

ولابد من التذكير ببعض القواعد البسيطة لإنجاز الكتابة، فمـثلاً الخطـوط العموديـة يـتم إنجازهـا بواسطة حركة أصابع اليد فقط من الأعلى إلى الأسفل دون تحريك الكف بكامله كما هو موضح في (الشكل 3.4).



شكل 4.3 الخطوط العمودية يتم إنجازها بواسطة حركة الأصابع من الأعلى إلى الأسفل بينما يتم إنجاز الخطوط الأفقية بارتكاز اليد عند الرسغ وحركة الكف أفقياً أنظر (الشكل 3.5)



شكل 3.5 الخطوط الأفقية يتم إنجازها بارتكاز اليد عند الرسغ والحركة من اليمين إلى اليسار

ويمكن استخدام طبعات الحروف Lettering Templates لغرض الكتابة الجيدة. والأشكال التالية توضح أمثلة متنوعة لكتابة الحروف والأرقام.

أ ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض
ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

أ ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض
ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

أ ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض

ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

أ ب ت ث ج ح خ د ذ ر ز س ش ص ض

ط ظ ع غ ف ق ك ل م ن ه و ي

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

أشكال الحروف العربية

الخط الكوفي الهندسي النحيف

أ	ب	ت	ث	ج	ح	خ
د	ذ	ر	ز	س	ش	ص
ض	ط	ظ	ع	غ	ف	ق
ك	ل	م	ن	هـ	و	ي

نموذج كتابة بسم الله الرحمن الرحيم

أشكال الحروف العربية

الخط الكوفي الهندسي السميك

خ	ح	ج	ث	ت	ب	أ
ص	ش	س	ز	ر	ذ	د
ق	ف	غ	ع	ظ	ط	ض
ي	و	ه	ن	م	ل	ك

نموذج كتابة مبادئ الرسم الهندسي

تمرين: أكتب الحروف والأرقام الموضحة في الشكل واتبع الخطوات حسب تسلسلها.

I H T

L E F

V A K

N Z X Y

M M W

D U J

P R B

O O C G

S 8 8 3

0 6 9

2 5 7 &

الفصل الرابع

العمليات الهندسية

GRAPHIC GEOMETRY

الفصل الرابع

العمليات الهندسية

GRAPHIC GEOMETRY

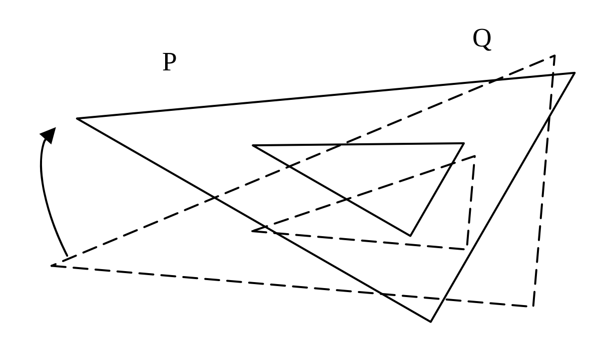
4.1 العمليات الهندسية GRAPHIC GEOMETRY

يقدم هذا الفصل العمليات الهندسية المختلفة لتوضيح كيفية رسم الخطوط المستقيمة، والمتوازية والمتعامدة، وكيفية تنصيف مستقيم أو تقسيمه إلى عدة أجزاء متساوية ثـم العمليـات الخاصـة بـالأقواس والدوائر والزوايا وعمليات التماس وإيجاد المراكز لهذه الأشكال التي لا يخلو عادة أي رسم ميكانيكي منهـا. بعد ذلك تقدم فكرة مبسطة لطرق رسم المضلعات المنتظمة والعمليات المتعلقة بها.

4.2 العمليات الخاصة بالمستقيمات

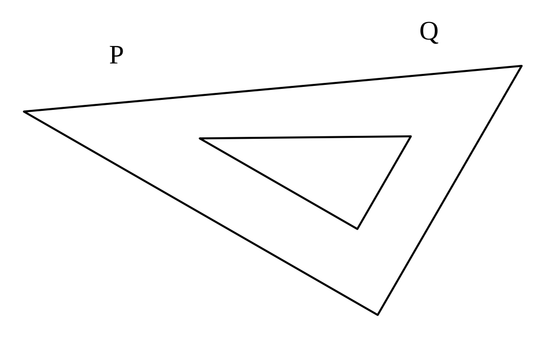
4.2.1 رسم خط مستقيم

ترسم الخطوط المستقيمة بواسطة حافة المسطرة T أو المثلث. وللخطوط القصيرة يكون اسـتخدام المثلث مريحا أكثر. لرسم خط مستقيم يمر بنقطتين (الشكل 4.1)، ضع مقدمة القلم الرصاص في النقطـة Q ثم حرك المثلث باتجاه مقدمة القلم. ثم باستخدام هذه المقدمة كنقطة إسـناد، دور المثلـث حتـى تنطبـق حافته على النقطة P، ثم ارسم الخط.



شكل 4.1

ولرسم خط مستقيم يمر بنقطتين، بطريقة أخرى طابق حافة المثلث أو المسطرة T مع النقطتين Q , P وارسم الخط (شكل 4.2)



شكل 4.2

4.2.2 رسم الخطوط المتوازية

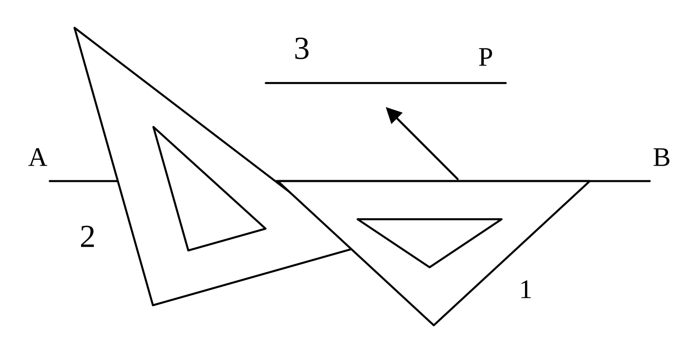
كثيرا ما نحتاج إلى رسم الخطوط المتوازية، والخطوط المتوازية الأفقية أو العمودية هي الأكثر شيوعا. ترسم الخطوط الأفقية المتوازية باستخدام المسطرة T بينما ترسم الخطوط المتوازية العمودية باستخدام المثلث المستند على المستند على المسطرة T، (راجع ما ذكرناه في استخدام أدوات الرسم).

ولرسم خط مستقيم مواز لآخر معلوم:

1- نضع مثلثا للرسم بحيث ينطبق أحد أضلاعه على الخط المعلوم AB.

2- نضع مثلثا آخر طبقا لما هو موضح بالرسم.،

3- نحرك مثلث الرسم الأول إلى أعلى، ونرسم من النقطة P خطا فيكون موازيا للمستقيم المعلوم، (الشكل 4.3).



شكل 4.3

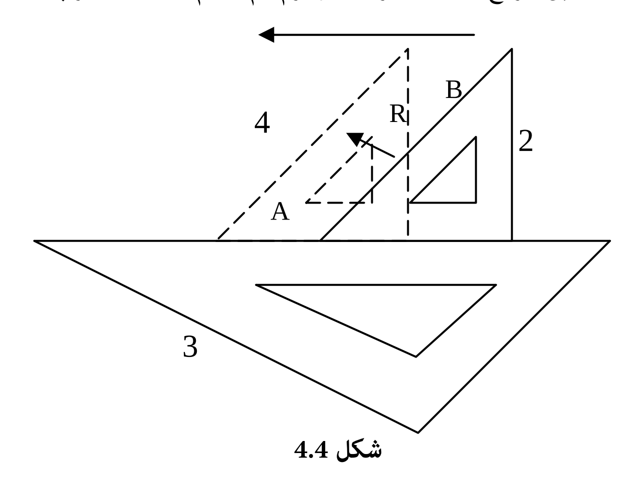
ولرسم خط مستقيم مواز لآخر معلوم ويبعد عنه مسافة معلومة:

1- من أي نقطة على المستقيم المعلوم AB نرسم قوسا بنصف قطر قr مساويا للمسافة المعلومة.

2- نضع مثلثا للرسم بحيث ينطبق أحد أضلاعه على الخط المعلوم AB.

3- نضع مثلثا آخر طبقا لما هو موضح بالرسم.

4- حرك مثلث الرسم الأول إلى موقع مماس للقوس المرسوم ثم ارسم الخط المطلوب، (شكل 4.4).



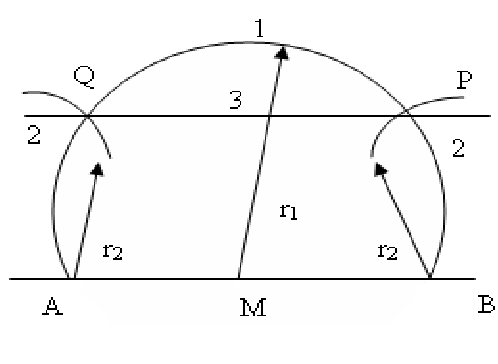
شكل 4.4

رسم خط مستقيم مواز لآخر معلوم، يمر بنقطة معلومة:

1- نرسم قوسا مركزه النقطة الاختيارية M بنصف قطر قدره r_1 ويمر بالنقطة المعلومة P.

2- نرسم قوسين مركزيهما A , B، ونصف قطريهما r_2.

3- يكون الخط الواصل بين P, Q هو الخط الموازي المطلوب (شكل 4.5).

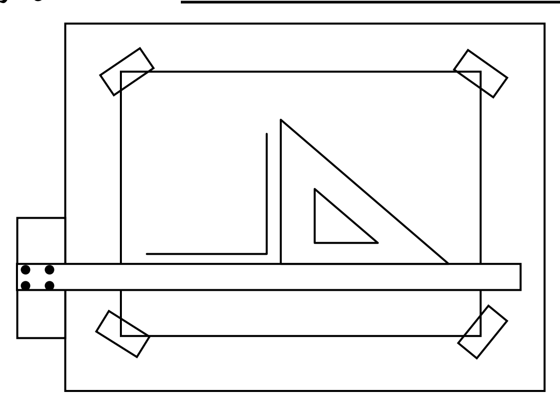


شكل 4.5

4.2.3 رسم الخطوط المتعامدة

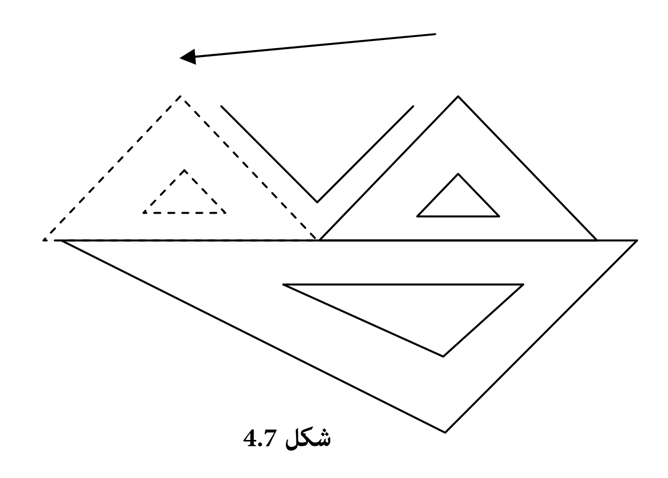
يحصل التعامد غالبا نتيجة لوجود خط أفقي وآخر شاقولي (شكل 4.6)، كما ويحصل بطرق أخـرى كما مبين في (شكل 4.7). لاحظ أن عملية تكوين التعامد تتم باستخدام الزاوية 90° للمثلث. وهنالك عدة طرق لرسم الخطوط المتعامدة منها:

أ- رسم عمود على نهاية خط مستقيم معلوم (عندما يكون الخط المعلوم أفقيـا شـكل 4.6)، ضـع المثلـث على المسطرة T كما موضح ثم ارسم الخط العمود المطلوب.



شكل 4.6

ب- ولرسم عمود على نهاية خط مستقيم معلوم بـأي وضـع (شـكل 4.7)، طـابق إحـدى حـافتي المثلـث القائمتين مع الخط المعلوم، وضع مثلث آخر كقاعدة لإنزلاق المثلث الأول عليه، حرك المثلث المتطـابق مع الخط المعلوم إلى الموقع المطلوب وارسم الخط العمود المطلوب.



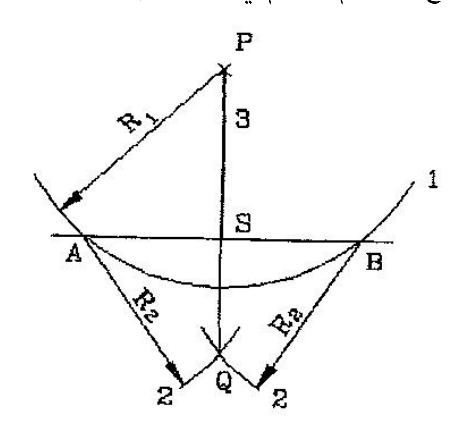
شكل 4.7

ج- رسم عمود على مستقيم من نقطة معلومة خارجة عنه:

1- نرسم قوسا مركزه P ، بنصف قطر مناسب R_1.

2- نركز في كل من النقطتين A و B وبنصف قطر مناسب R_2 نرسم قوسين يتقاطعان في Q.

3- نصل PQ والذي يقطع المستقيم المعلوم في نقطة S فيكون هو العمود المطلوب، (شكل 4.8).



شكل 4.8

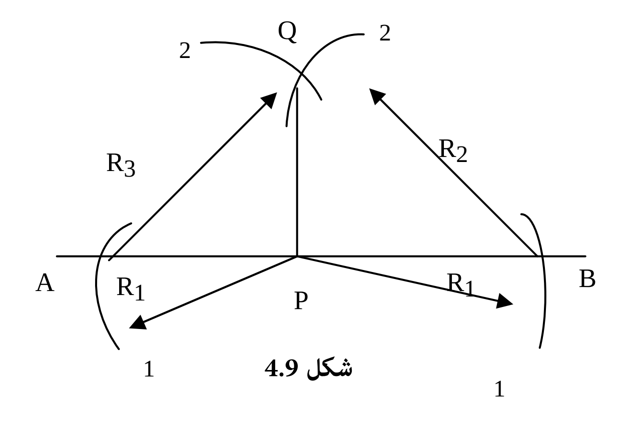
د- رسم عمود على مستقيم من نقطة معلومة واقعة عليه.

الطريقة الأولى:

1- نرسم قوسا مركزه P، بنصف قطر مناسب R_1 يقطع المستقيم المعلوم في نقطتي A و B.

2- نركز في كل من النقطتين A و B وبنصف قطر مناسب R_2 نرسم قوسين يتقاطعان في Q.

3- نصل PQ فيكون هو العمود المطلوب، (الشكل 4.9).



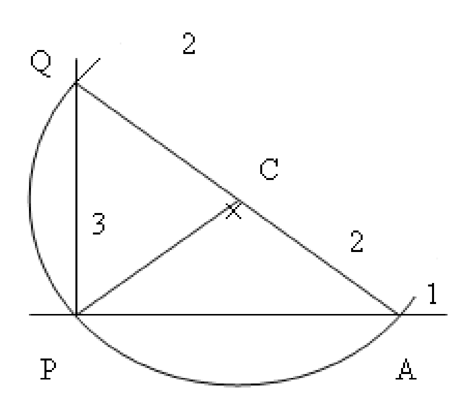
شكل 4.9

ا لطريقة الثانية:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره CP.

2- نمد الخط AC على استقامته حتى يتقاطع مع القوس في نقطة Q.

3- نصل QP فيكون هو العمود المطلوب، (الشكل 4.10).



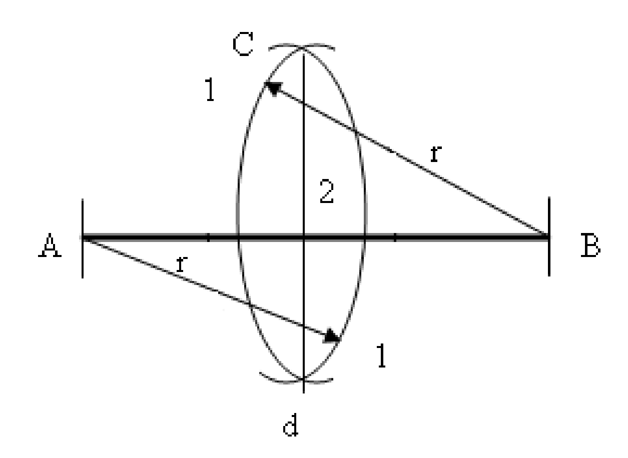
شكل 4.10

4.2.4 تنصيف مستقيم: Bisect a Line

أ- باستخدام الفرجار

1- نرسم قوسين مركزيهما A و B بنصف قطر واحد مقداره r (أكبر من نصف المستقيم AB) فيتقاطعان في c و d.

2- نصل نقطتي التقاطع c, d بمستقيم، فتكون نقطة تقاطع هذا المستقيم مع الخط AB هي نقطة المنتصف، (الشكل 4.11).

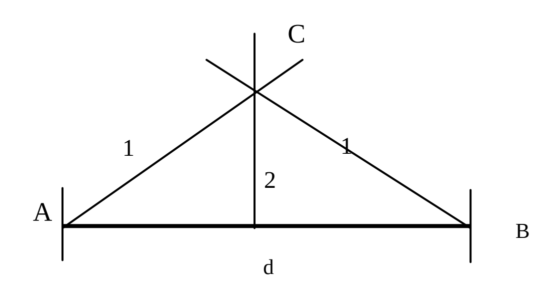


شكل 4.11

ب- باستخدام المسطرة T والمثلث

1- من النقطتين A و B نرسم الخطين Ac و Bc بحيث يميلان عن الخط AB بنفس الزاوية (30° مثلا).

2- الخط cd هو العمود المنصف للخط AB، (الشكل 4.12).

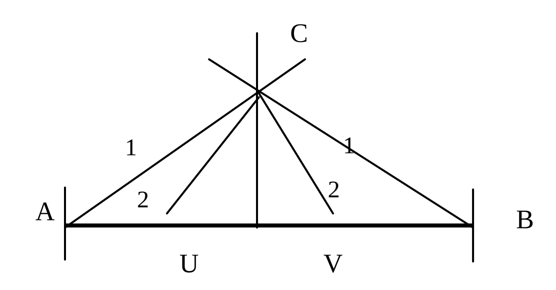


شكل 4.12

4.2.5 تقسيم مستقيم إلى ثلاثة أقسام متساوية: Trisect a Line

1- من النقطتين A و B نرسم خطين بزاوية 30° فيتقاطعان في نقطة ولتكن c.

2- ومن نقطة c نرسم خطين بزاوية 60 على المستقيم AB ليقطعاه في نقطتي U و V، فنحصل على ثلاثة أجزاء متساوية، (الشكل 4.13)



شكل 4.13

4.2.6 تقسيم مستقيم إلى أي عدد من الأقسام المتساوية

Divide a line into any number of parts

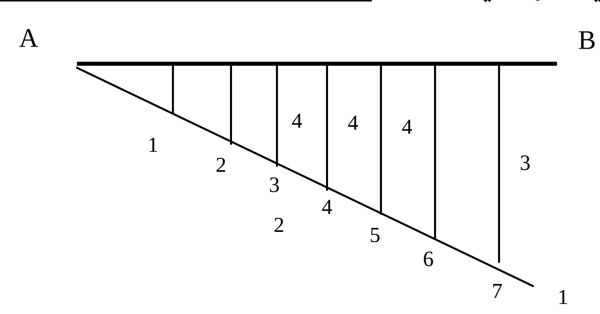
لتقسيم الخط AB إلى لنقل سبعة أجزاء متساوية:

1- نرسم خط من النقطة A بزاوية مناسبة.

2- نقسم الخط المذكور إلى سبعة أقسام مناسبة بشرط أن تكون متساوية.

3- نصل نقطة النهاية 7 بالنقطة B.

4- نرسم من نقط التقسيم الأخرى موازيات للخط 7B فنحصل على التقسيم المطلوب، (الشكل 4.14).



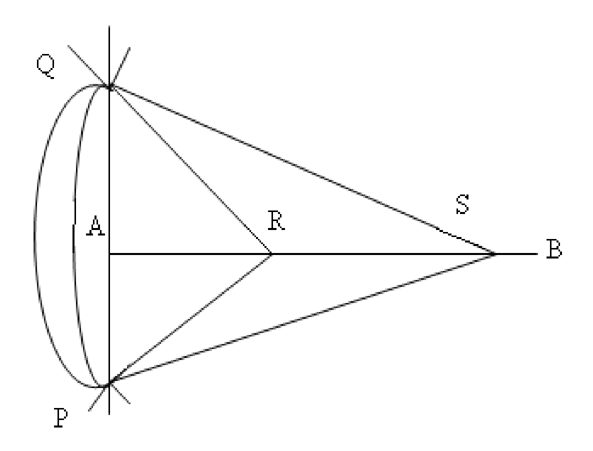
شكل 4.14

4.3 عمليات رسم الأقواس والدوائر

4.3.1 إيجاد مركز قوس: Arc Center

حقيقة: مركز أي قوس يجب أن يقع على المنصف العمودي لأي وتر لهذا القوس.

ولهذا فإن (الشكل 4.15) يوضح أنه خلال نقطتي O و P عدد غير محدد من الأقواس يمكن أن يرسم، ولكن مراكز الأقواس هذه مثل R و S كلها تقع على الخط المنصف العمودي AB للوتر OP.



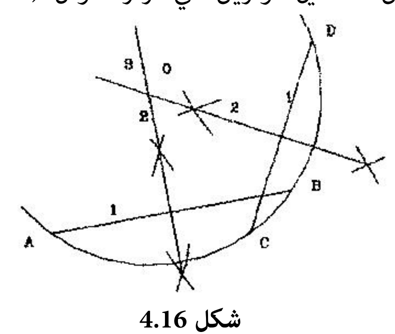
شكل 4.15

وبالاعتماد على هذه الحقيقة، يمكن إيجاد مركز أي قوس كما يلي:

1- نرسم الوترين AB و CD داخل القوس.

2- نقيم العمودين المنصفين للوترين عليهما.

3- تكون نقطة تقاطع العمودين المنصفين للوترين هي مركز القوس، (الشكل 4.16).

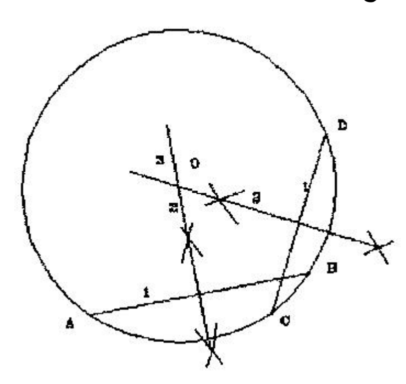


شكل 4.16

4.3.2 إيجاد مركز دائرة: Circle Center

الطريقة الأولى:

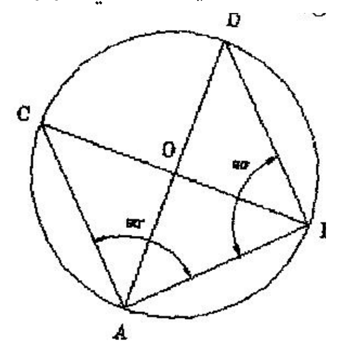
باستخدام المبدأ أعلاه فإنه يمكن رسم دائرة واحدة فقط تمر بثلاث نقاط، كما هو موضح في (الشكل 4.17). المركز يجب أن يقع على المنصفين العموديين للوترين AB و CD.



شكل 4.17

الطريقة الثانية:

أي قطر لدائرة ونقطة ثالثة على المحيط يمكن أن يشكلان مثلثا وسوف ينتج عن ذلك وتران الدائرة متعامدان. مركز الدائرة يمكن إيجاده باختيار أي نقطتين مثل A و B (الشكل 4.18). ثم نرسم وترين عمودين AC و BD، ثم نصل AD و CB فيتقاطعان في المركز O.



شكل 4.18

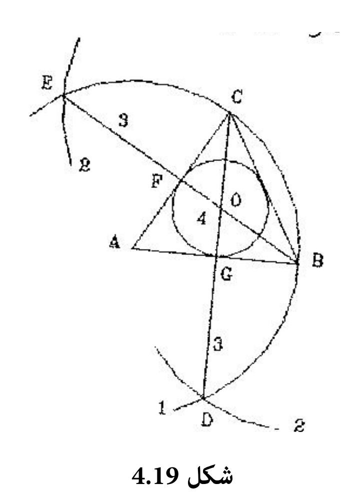
4.3.3 رسم دائرة تمس مثلث متساوي الأضلاع من الداخل:

1- نركز الفرجار في نقطة a وبفتحة مقدارها AB نرسم قوسا كما في (الشكل 4.19).

2- نركز الفرجار في نقطة B وبنفس الفتحة السابقة نرسم قوسا يتقاطع مع القوس الأول في D. نكرر العملية من نقطة C لنرسم قوسا يتقاطع مع القوس الأول في E.

3- نصل CD و BE ليتقاطعان في نقطة O.

4- من نقطة O وبنصف قطر OF أو OG نرسم الدائرة المطلوبة.

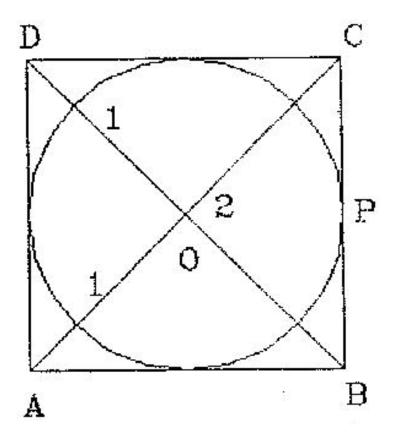


شكل 4.19

4.3.4 رسم دائرة تمس أضلاع مربع من الداخل

1- نرسم القطرين AC و BD اللذين يتقاطعان في نقطة O.

2- نركز الفرجار في نقطة O وبفتحة مقدارها OP (وهي تمثل نصف طول ضلع المربع) نرسم الدائرة المطلوبة. (الشكل 4.20).



شكل 4.20

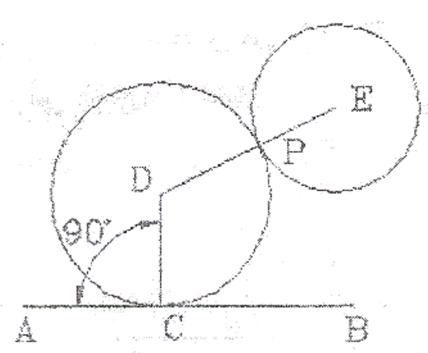
4.4 عمليات التماس

4.4.1 نقاط التماس:

حقيقة 1: إن نقطة التماس بين دائرة وخط مستقيم تتحدد من تقاطع الخط المستقيم مع خط عمودي عليه يمر بمركز الدائرة.

حقيقة 2: نقطة التماس بين دائرتين تقع على محيط كلتا الدائرتين وعلى الخط المستقيم الذي يربط بين مركزيهما.

لإيجاد نقطة التماس للخط AB ودائرة مركزها D، نرسم CD عموديا على الخط AB. نقطة C هي نقطة التماس. ولإيجاد نقطة التماس لدائرتين مركزيهما D و E نرسم DE الذي يربط بين المركزين. نقطة P هي نقطة التماس، (شكل 4.21)



شكل 4.21

4.4.2 رسم قوس معلوم يمس مستقيمين متعامدين

1- نركز الفرجار في A ونرسم قوسا نصف قطره R يقطع المستقيمين المتعامدين في B و C.

2- نركز الفرجار في B ونرسم قوس بنصف قطر R ونكرر العملية من نقطة C فيتقاطع القوسان في نقطـة Oز

3- نركز الفرجار في O وبفتحة مقدارها R نرسم القوس المطلوب، (الشكل 4.22).

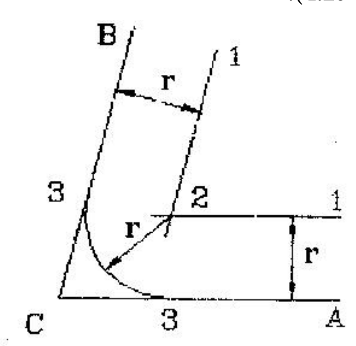
شكل 4.22

4.4.3 رسم قوس يمس مستقيمين

1- نرسم مستقيمين موازيين لضلعي الزاوية، على بعد r.

2- تكون نقطة تقاطع الموازيين هي مركز دائرة القوس المطلوب.

3- تكون نقطتا تقاطع العمودين الساقطين من مركز القـوس عـلى ضـلعي الزاويـة هـما نقطتـي الانتقـال لقوس رأس الزاوية، (الشكل 4.23).



شكل 4.23

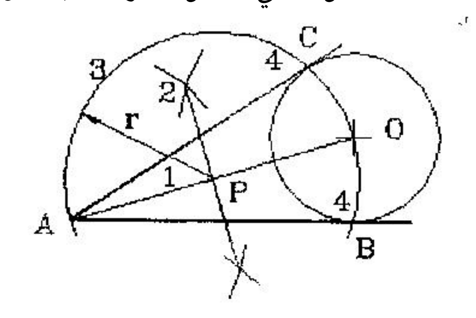
4.4.4 خطوط التماس للدائرة

1- نصل الخط AO.

2- ننصف المسافة AO.

3- نرسم قوسا مركزه P ونصف قطره $r = \frac{AO}{2}$

4- نقطتا التقاطع B و C هما نقطتا التماس لخطي التماس AB و AC، (الشكل 4.24)



شكل 4.24

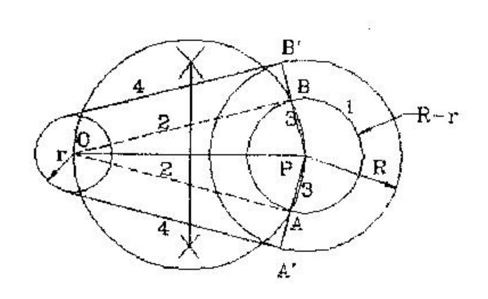
4.4.5 رسم مماسين خارجيين لدائرتين (حزام مفتوح: Open Belt)

1- نرسم دائرة مركزها P ونصف قطرها (R-r).

2- من O نرسم المماسين للدائرة في A و B.

3- نمد كلا من AP و PB على استقامتهما لنحصل على نقطتي التماس B' و A'.

4- يكون الخطان الموازيان لكل من OA و OB هما المماسين. الخارجيين للدائرتين، (الشكل 4.25).



شكل 4.25

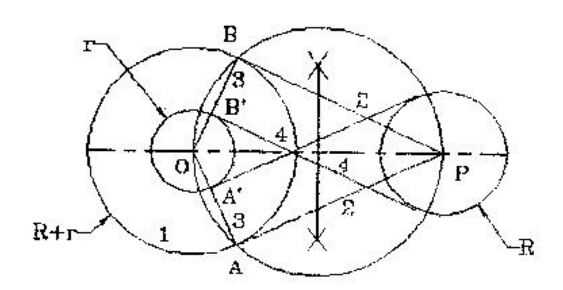
4.4.6 رسم مماسين داخليين لدائرتين (حزام متقاطع Crossed Belt)

1- نرسم دائرة مركزها O ونصف قطرها (R+ r).

2- من P نرسم المماسين للدائرة المذكورة في A و B.

3- نصل OA و OB لنحصل على نقطتي التماس A' و B'.

4- يكون الخطان الموازيان للخطين PA و PB هما المماسين الداخليين للدائرتين، (الشكل 4.26).



شكل 4.26

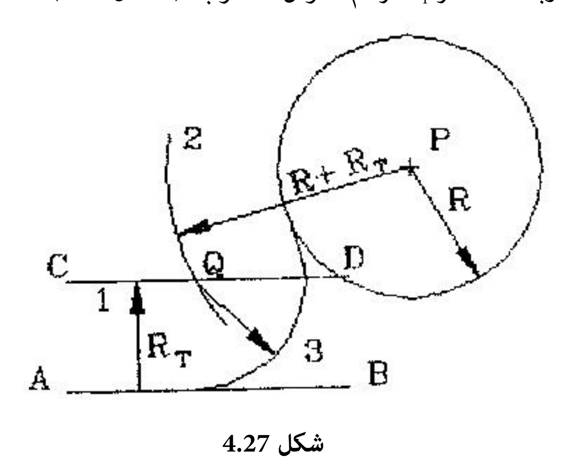
4.4.7 رسم قوس بنصف قطر معلوم يمس دائرة ومستقيما:

أ- تماس من الخارج

1- نرسم الخط CD موازيا لـ AB ويبعد عنه مسافة قدرها R'_T (نصف قطر القوس المعلوم).

2- من مركز الدائرة P وبنصف قطر قدره $(R_T + R)$ نرسم قوسا يقطع المستقيم CD في نقطة Q.

3- من نقطة Q وبنصف قطر R_T نرسم القوس المطلوب، (الشكل 4.27).



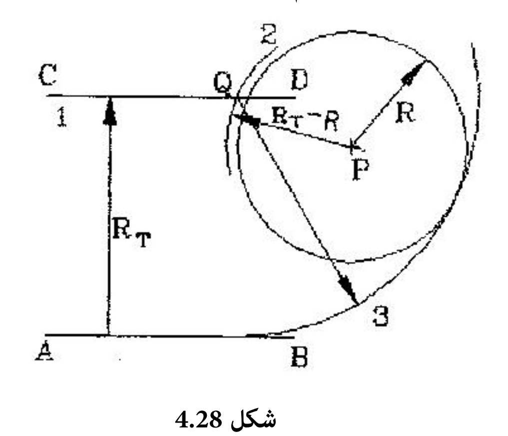
شكل 4.27

ب- تماس من الداخل

1- نرسم الخط CD موازيا لـ AB ويبعد عنه مسافة قدرها R_T (نصف قطر القوس المعلوم).

2- من مركز الدائرة P وبنصف قطر قدره $(R_T - R)$ نرسم قوسا يقطع المستقيم CD في نقطة Q.

3- ومن نقطة Q وبنصف قطر R_T نرسم القوس المطلوب، (الشكل 4.28).



شكل 4.28

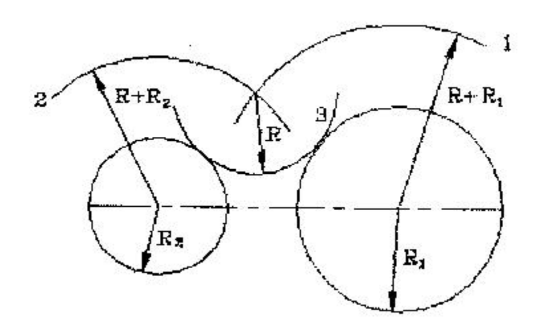
4.4.8 رسم قوس بنصف قطر معلوم يمس دائرتين

أ- تماس من الخارج

1- من مركز الدائرة الأولى وبنصف قطر قدره $R + R_1$ نرسم قوسا.

2- ومن مركز الدائرة الثانية وبنصف قطر قدره $R + R_2$ نرسم قوسا يتقاطع مع القوس الأول.

3- من نقطة التقاطع هذه وبنصف قطر قدره R نرسم القوس الذي يمس الدائرتين، (الشكل 4.29).



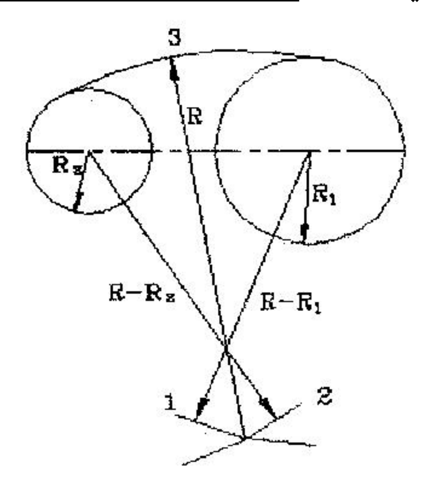
شكل 4.29

ب- تماس من الداخل

1- من مركز الدائرة الأولى وبنصف قطر قدره $R - R_1$ نرسم قوسا.

2- ومن مركز الدائرة الثانية وبنصف قطر قدره $R - R_2$ نرسم قوسا يتقاطع مع القوس الأول.

3- من نقطة التقاطع هذه وبنصف قطر قدره R نرسم القوس الذي يمس الدائرتين، (الشكل 4.30).



شكل 4.30

4.4.9 رسم منحنى معكوس (نقطة انعكاس معلومة) يمس مستقيمين:

1- نرسم الخط JH عموديا على الخط EF ويمر خلال النقطة المعلومة P_1.

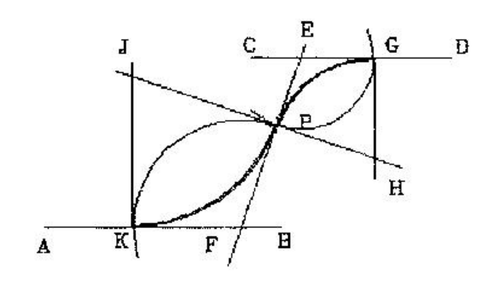
2- نركز الفرجار في نقطة E وبنصف قطر EP نرسم قوسا يقطع الخط CD في G.

3- من نقطة G نرسم عمودا يقطع JH في H.

4- نركز الفرجار في نقطة F وبنصف قطر FP نرسم قوسا يقطع الخط AB في K.

5- من نقطة K نرسم عمودا يقطع JH في J.

6- ستكون J و H هما مركزا القوسين اللذين يمسان الخطوط الثلاثة، (الشكل 4.31)



شكل 4.31

4.5 رسم المضلعات المنتظمة

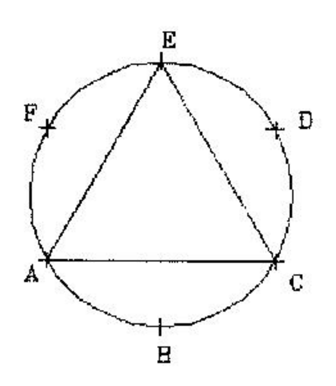
CONSTRUCTING REGULAR POL YGONS

4.5.1 رسم مثلث متساوي الأضلاع داخل دائرة:

1- نركز الفرجار في أي نقطة على محيط الدائرة ولـتكن A وبفتحـة مسـاوية لنصـف قطـر الـدائرة نـؤشر القطة B.

2- ثم نركز الفرجار في نقطة B وبنفس الفتحة نؤشر النقطة C وهكذا يتم تأشير بقية النقاط D, E, F.

3- سيكون المثلث المتساوي الأضلاع المطلوب هو ACE، (الشكل 4.32).



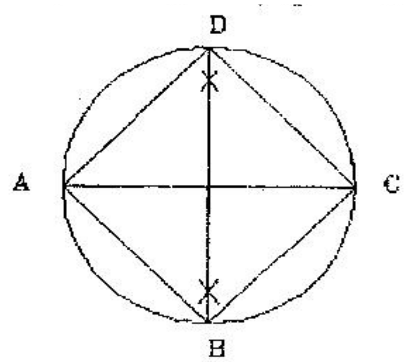
شكل 4.32

4.5.2 رسم مربع داخل دائرة:

1- من نقطة A (أي نقطة على محيط الدائرة المعلومة) نرسم القطر AC.

2- نرسم العمود المنصف BD.

3- يكون المربع هو ABCD كما في (الشكل 4.33).



شكل 4.33

4.5.3 رسم خماسي منتظم داخل دائرة معلومة:

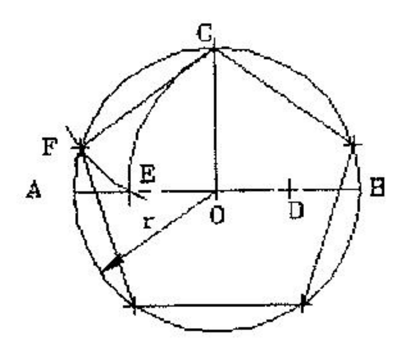
1- نرسم دائرة مركزها O ونصف قطرها r، ثم نرسم OC عموديا على القطر AB.

2- ننصف OB في نقطة D.

3- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره DC.

4- نركز ا لفرجار في نقطة C وبنصف قطر CE نرسم القوس EF. وبذلك يكـون CF أحـد أضـلاع الخـماسي المطلوب.

5- باستخدام فرجار تقسيم وبنفس نصف القطر CF نقسم محيط الدائرة ونصل بين النقاط لتحصل عـلى الشكل الخماسي المنتظم المطلوب (الشكل 4.34).



شكل 4.34

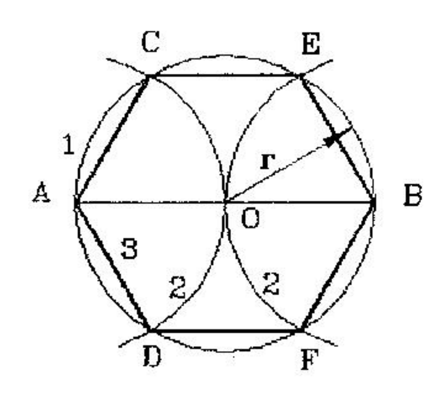
4.5.4 رسم السداسي المنتظم داخل دائرة معلومة:

أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم دائرة قطرها AB ونصف قطرها r.

2- نركز الفرجار في نقطة A وبفتحة مقدارها r نرسم قوسا يقطع الدائرة في نقطتي C, D ونكرر العملية من نقطة B لنحصل على نقطتي E , F.

3- نصل هذه النقاط لنحصل على الشكل السداسي المطلوب، (الشكل 4.35).



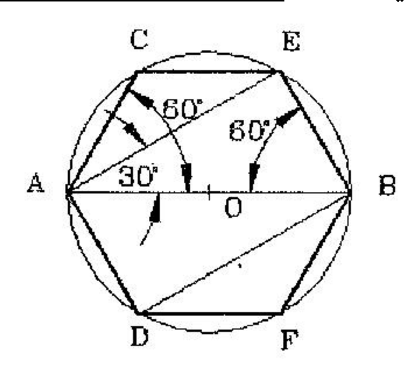
شكل 4.35

ب- باستخدام المثلث °60 – °30:

1- نرسم دائرة قطرها AB.

2- من نقطة A نرسم خطين بزاوية 60 حتى يقطعان الدائرة في نقطتي C و D، ثم نكرر العملية من نقطة B لنحصل على نقطتي E, F.

3- نصل هذه النقاط لنحصل على الشكل السداسي المطلوب، (الشكل 4.36).

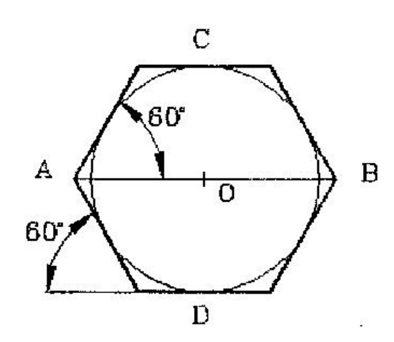


شكل 4.36

4.5.5 رسم سداسي منتظم يمس دائرة من الخارج:

1- نرسم دائرة قطرها AB.

2- نرسم باستخدام مثلث 60° – 30° مماسات لهذه الدائرة كما موضح في (الشكل 4.37)، حيث أن المسافة بين كل خطين متوازيين في المضلع تمثل قطر الدائرة.



شكل 4.37

4.5.6 رسم مضلع سباعي داخل دائرة:

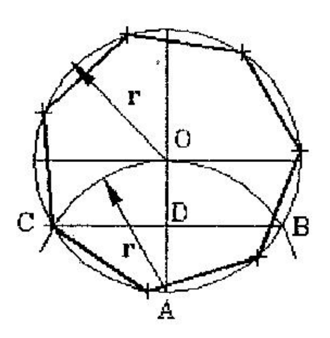
1- نرسم دائرة مركزها O ونصف قطرها r.

2- نرسم قوسا مركزه A ونصف قطره r.

3- يقطع الخط الواصل بين B و C القطر الرأسي في D.

4- تكون المسافة CD هي طول ضلع السباعي.

5- باستخدام فرجار تقسيم وبنصف قطر CD نقسم محيط الدائرة ونصل بين النقاط لنحصل على الشكل السباعي المطلوب، (الشكل 4.38).



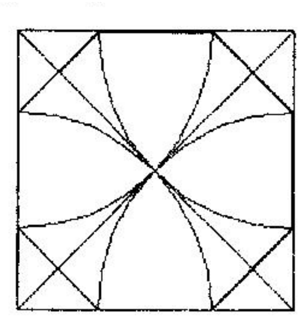
شكل 4.38

4.5.7 رسم مضلع ثماني داخل مربع معلوم:

1- نرسم المربع المعلوم ثم نصل أركانه بقطرين يتقاطعان.

2- نركز الفرجار في أركان المربع وبنصف قطر مساوي لنصف قطر المربع، نرسم أقواسا تقطع جوانب المربع.

3- نصل بين نقاط التقاطع لتحصل على المضلع الثماني المطلوب، (الشكل 4.39).



شكل 4.39

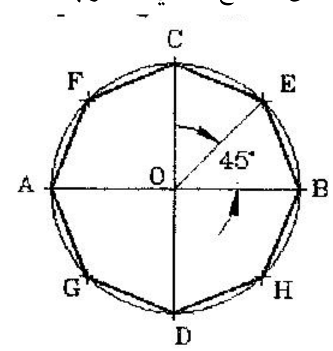
4.5.8 رسم مضلع ثماني داخل دائرة معلومة:

1- نرسم الدائرة المعلومة.

2- نرسم القطرين المتعامدين AB و CD.

3- ننصف الزوايا القائمة الأربعة باستخدام مثلث 45° بخطوط تقطع محيط الدائرة في H, G, F, E.

4- نصل بين هذه النقاط لنحصل على المضلع الثماني المطلوب، (الشكل 4.40).



شكل 4.40

4.5.9 رسم أي مضلع منتظم إذا علم طول ضلعه:

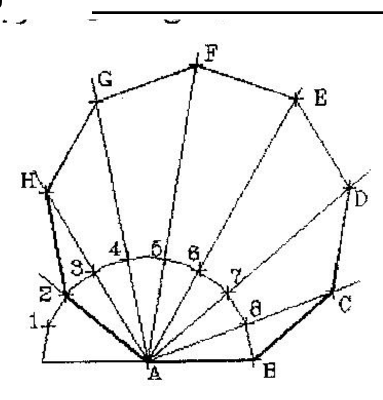
1- ليكن المضلع ذو تسعة أضلاع، نرسم الضلع المعلوم AB.

2- تركز الفرجار في نقطة A وبنصف قطر AB نرسم نصف دائرة.

3- باستخدام فرجار تقسيم، نقسم القوس المرسوم إلى تسعة أقسام متساوية.

4- من النقطة 2 (من اليسار) نرسم الخط الشعاعي 2 – A. ونكرر العملية من النقاط 3 ,4 ,5 ,6 ,7 ,8 لرسم الخطوط الشعاعية كما هو موضح في الرسم.

5- نركز الفرجار في نقطة B وبنصف قطر AB نقطع الخط 8 – A في C. ومن نقطة C وبنفس نصف القطر نقطع الخط 7 – A في D. وهكذا يتم تأشير النقاط E, F, G, H. بعد ذلك نصل النقاط لنحصل على الشكل المطلوب، (الشكل 4.41).



شكل 4.41

4.5.10 الطريقة العامة لرسم المضلعات المنتظمة:

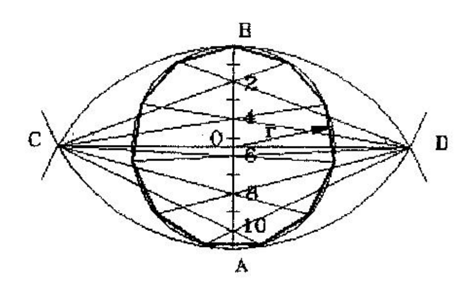
1- نرسم دائرة مركزها O ونصف قطرها r.

2- نقسم المسافة AB إلى عدد n من الأقسام المتساوية بعدد أضلاع المضلع المطلوب (وليكن 11 قسما مثلا).

3- نرسم قوسين مركزاهما A و B بنصف قطر AB.

4- نصل خطوط وصل من C و D بجميع نقاط التقسيم الزوجية (2، 4، 6، 8، 10).

5- تكون نقاط التقاطع مع الدائرة هي أركان المضلع ذي عدد n من الأضلاع (المبين في الرسم مضلع ذو أحد عشر ضلعا)، (الشكل 4.42).



شكل 4.42

4.6 رسم الزوايا DRAWING ANGLES

4.6.1 رسم زاوية مقدارها 30°:

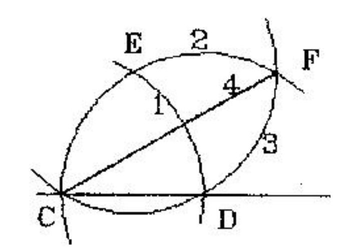
أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

2- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره r.

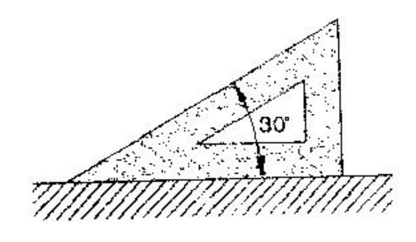
3- نرسم قوسا مركزه E ونصف قطره r.

4- نصل CF فيكون هو الضلع الثاني للزاوية المطلوبة، (شكل 4.43).



شكل 4.43

ب- باستخدام المثلث 30° – 60°:



شكل 4.44

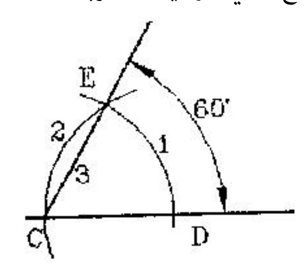
4.6.2 رسم زاوية مقدارها 60°:

أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

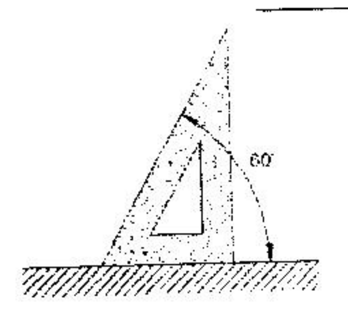
2- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره r.

3- نصل CE فيكون هو الضلع الثاني للزاوية المطلوبة، (شكل 4.45).



شكل 4.45

ب- باستخدام المثلث $30^\circ - 60^\circ$:



شكل 4.46

4.6.3 رسم زاوية مقدارها 90°:

أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

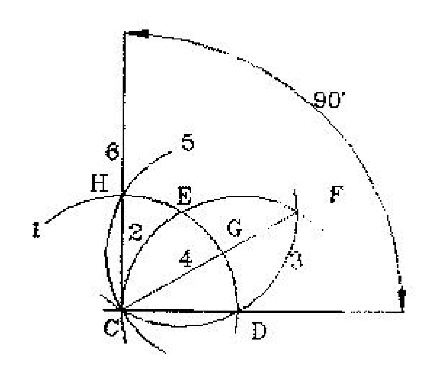
2- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره r.

3- نرسم قوسا مركزه E ونصف قطره r.

4- نصل CF

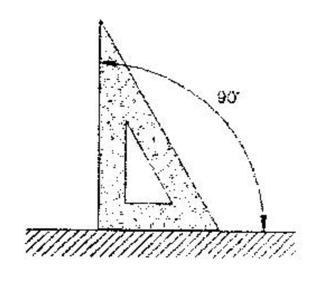
5- نرسم قوسا مركزه G ونصف قطره r.

6- نصل CH فيكون هو الضلع الثاني للزاوية المطلوبة، (شكل 4.47).



شكل 4.47

ب- باستخدام المثلث



شكل 4.48

4.6.4 رسم زاوية مقدارها 75°:

أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

2- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره r.

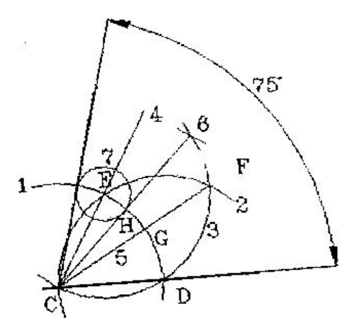
3- نرسم قوسا مركزه E ونصف قطره r.

4- نصل CE.

5- نصل CF.

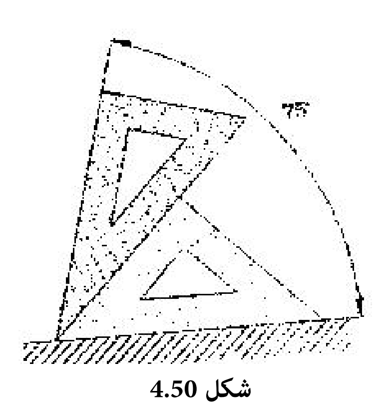
6- ننصف الزاوية ECG.

7- نرسم زاوية 15° من النقطة E إلى الخارج فينتج الخط الذي يمثل الضلع الثاني للزاويـة المطلوبـة، (شكل 4.49).



شكل 4.49

ب- باستخدام المثلث



شكل 4.50

4.6.5 رسم زاوية مقدارها 120°:

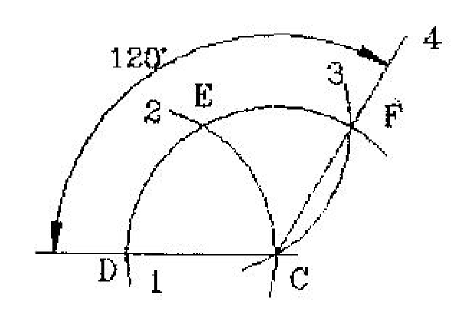
أ- باستخدام الفرجار:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

2- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره r.

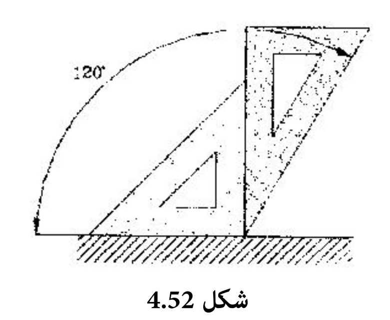
3- نرسم قوسا مركزه E ونصف قطره r.

4- نصل CF فيكون هو الضلع الثاني للزاوية المطلوبة، (شكل 4.514.47).



شكل 4.51

ب- باستخدام المثلث



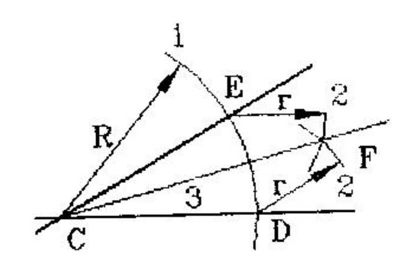
شكل 4.52

4.6.6 تنصيف الزاوية:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره R.

2- نركز في كل من D و E وبنصف قطر مناسب r نرسم قوسين يتقاطعان في F.

3- نصل CF فيكون هو منصف الزاوية المطلوب، (الشكل 4.53).



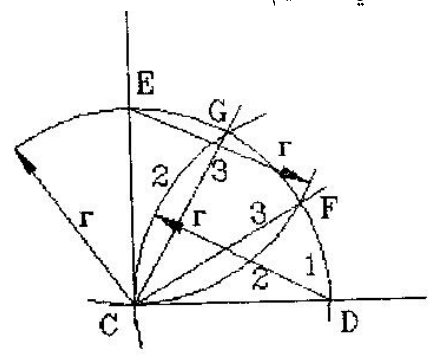
شكل 4.53

4.6.7 تقسيم زاوية قائمة إلى ثلاثة أقسام متساوية:

1- نرسم قوسا مركزه C ونصف قطره r.

2- نرسم قوسين مركزيهما D و E بنفس نصف القطر r.

3- يكون الخطان CG و CF هما خطي التقسيم، (الشكل 4.54).



شكل 4.54

4.7 القطع الناقص والقطع المكافئ: ELLIPSE & PARABOLA

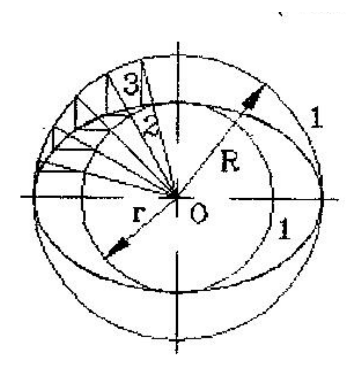
4.7.1 رسم القطع الناقص إذا علم المحوران الرئيسيان:

1- نرسم دائرتين مركزهما O ونصفا قطريهما R و r.

2- نرسم أي عدد من الأقطار.

3- من نقاط تقاطع الدائرتين مع الأقطار نرسم خطوطا موازية للمحورين الرئيسيين.

4- تكون نقاط تقاطع هذه الخطوط الموازية للمحـورين الرئيسـيين، نقطـا عـلى محـيط القطـع النـاقص، (الشكل 4.55).



شكل 4.55

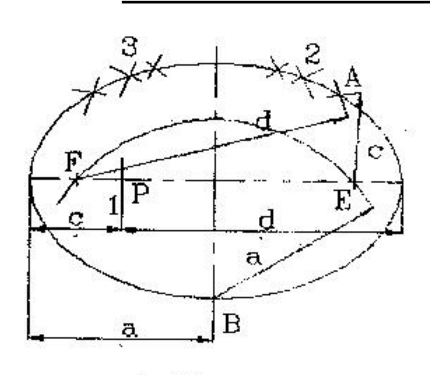
4.7.2 رسم القطع الناقص إذا علم محوره الأكبر وبؤرتاه:

1- نرسم أي نقطة على المحور الأكبر ولتكن P مثلا.

2- نرسم قوسين نصفا قطريهما يساويان جزئي المحور الأكبر c و d، ومركزاهما البؤرتان E و F.

3- تكون نقاط تقاطع الأقواس (مثل A) نقطا على محيط القطع الناقص.

ويقطع القوس الذي مركزه B ونصف قطره a المحور الأكبر في البؤرتين E و F، (الشكل 4.56).



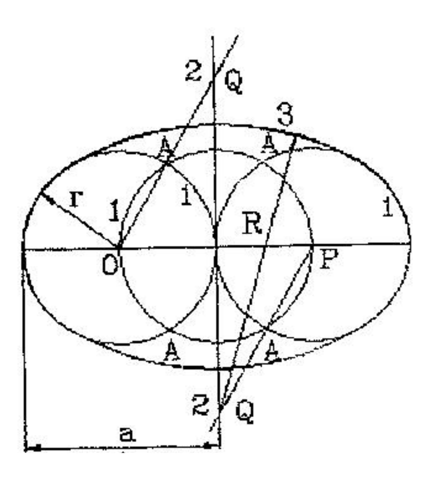
شكل 4.56

4.7.3 رسم الشكل البيضوي (قطع ناقص تقريبي) بواسطة الفرجار:

1- نرسم ثلاث دوائر على المحور الأكبر، مراكزها O و P وأنصاف أقطارها r = a 2.

2- تنتج النقطتان Q من تقاطع خطي الوصل OA و PA مع امتدادي المحور الأصغر.

3- نرسم قوسا مركزه Q ونصف قطره R، ليمس الدائرتين الخارجيتين ويكون معهما محيط الشكل البيضوي، (الشكل 4.57).



شكل 4.57

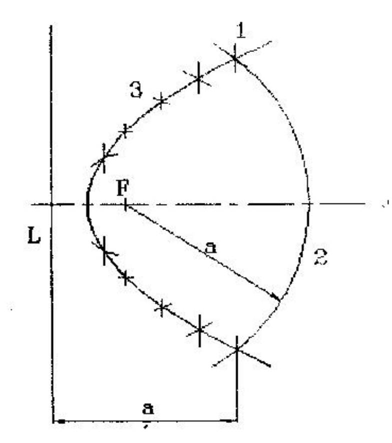
4.7.4 رسم القطع المكافئ إذا علم الدليل والبؤرة:

يكون بعد أي نقطة من نقاط القطع المكافئ عن الدليل L مساويا لبعدها عن البؤرة F.

1- نرسم خطوطا موازية للدليل L على أبعاد اختيارية، a مثلا.

2- نرسم قوسا مركزه F ونصف قطره r = a.

3- تكون نقاط تقاطع الأقواس مع الخطوط الموازية للدليل، نقطا على محيط القطع المكافئ، (الشكل 4.58).



شكل 4.58

4.7.5 رسم القطع المكافئ كمنحنى بطريقة الأشعة:

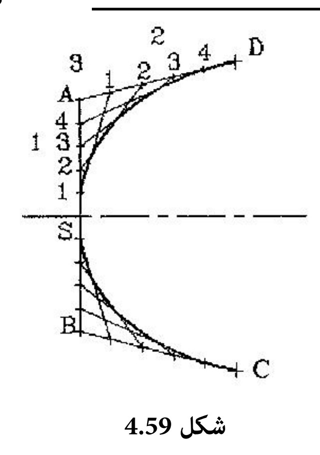
معطى خط الرأس والخطوط الحدية محددة بالنقط A و B و C و D.

1- نقسم المسافة AS إلى عدة أقسام متساوية ولتكن 5 مثلا.

2- نقسم المسافة AD إلى نفس العدد من الأقسام، 5 مثلا.

3- نرقم النقط كما في الشكل.

4- نصل النقاط ذات الترقيم الواحد معا، فتكون خطوط الوصل هي المماسات المغلقة للمنحنى، (الشكل 4.59).



شكل 4.59

4.7.6 رسم القطع المكافئ بالطريقة الشبكية:

المعطيات هي خط الرأس ونقطة الرأس والنقطتان C و D.

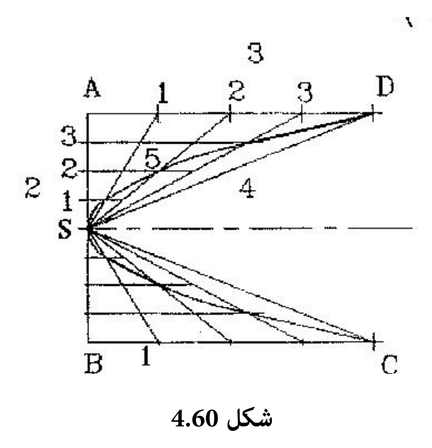
1- نرسم من C و D عمودين على خط الرأس.

2- نقسم المسافة AS إلى أقسام متساوية، ولتكن 4 مثلا، ونرسم موازيات للخط AD تمر بنقاط التقسيم.

3- نقسم المسافة AD إلى أقسام متساوية بنفس العدد 4 مثلا.

4- نصل نقاط التقسيم بنقطة الرأس.

5- تكون نقاط تقاطع الخطوط المساعدة ذات نفس الترقيم نقطا على محيط القطع المكافئ، (الشكل 4.60).



شكل 4.60

4.8 رسم الحلزون: SPIRAL

4.8.1 الحلزون المنتظم التقريبي

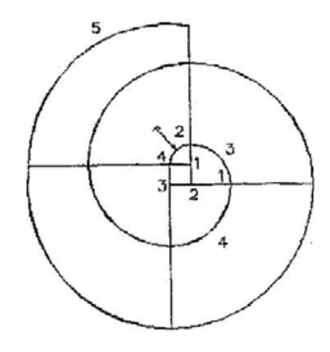
1- نرقم أركان مربع ما، في اتجاه دوران الحلزون المطلوب.

2- نرسم ربع دائرة مركزها النقطة 1 ونصف قطرها r.

3- نرسم ربع الدائرة التالي له، ويكون مركزه النقطة 2.

4- نرسم ربع الدائرة التالي له، ويكون مركزه النقطة 3.

5- وهكذا، (الشكل 4.61)



شكل 4.61

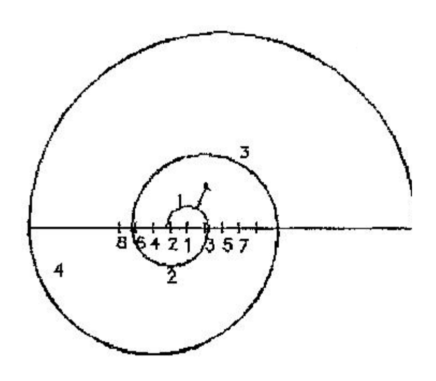
4.8.2 الحلزون غير المنتظم

1- نرسم نصف دائرة مركزها نقطة المنتصف 1 ونصف قطرها r.

2- نرسم نصف الدائرة التالي، ويكون مركزه النقطة 2.

3- نرسم نصف الدائرة التالي، ويكون مركزه النقطة 3.

4- وهكذا (الشكل 4.62).



شكل 4.62

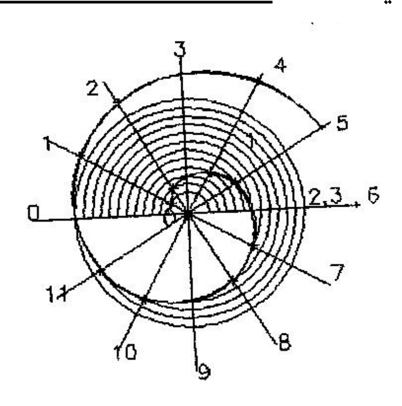
4.8.3 حلزون أرشميدس Archimedean Spiral

1- نرسم دوائر مركزها جميعا نقطة O بتزايد متساو في أنصاف أقطارها.

2- نقسم إحدى هذه الدوائر إلى عدد من الأقسام المتساوية، ولتكن 12 قسما مثلا.

3- نرسم الأشعة الخارجة من O، والمارة بنقاط التقسيم.

4- نصل نقاط تقاطع الخطوط والدوائر المتساوية في الترقيم، لينتج حلزون أرشميدس، (الشكل 4.63).



شكل 4.63

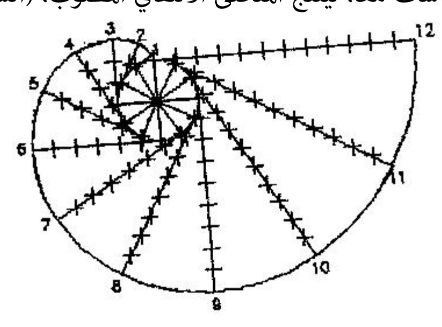
4.9 المنحنى الالتفافي (الإنفوليوت Involute):

1- نقسم الدائرة عدد من الأقسام المتساوية، وليكن 12 قسما مثلا.

2- نرسم مماسات للدائرة عند نقاط التقسيم.

3- نحدد الطول الذي تم بسطه من محيط الدائرة على كل ماس، ابتداء من نقطة تماسه مع الدائرة.

4- نصل النقاط النهائية للمماسات معا، لينتج المنحنى الالتفافي المطلوب، (الشكل 4.64)



شكل 4.64

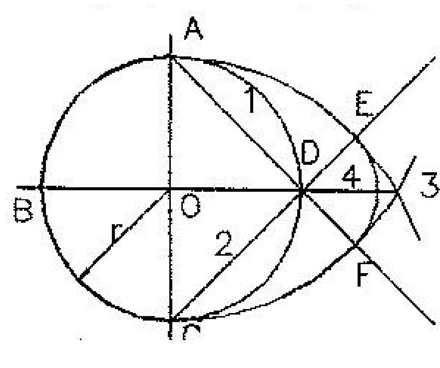
4.10 الشكل البيضي: OVOID:

1- نرسم دائرة مركزها O ونصف قطرها r.

2- نرسم الخطين AD و CD.

3- نرسم قوسين مركزيهما A و C ونصف قطر كل منهما 2r.

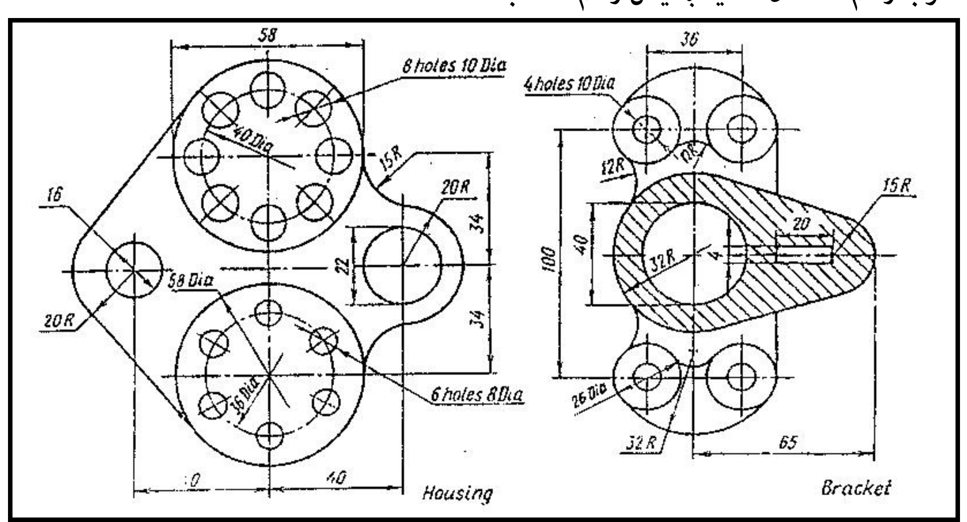
4- نرسم قوسا مركزه D ونصف قطره DE، فتكون النقاط A و C و E و F هي نقط الانتقال للشكل البيضي. (الشكل 4.65).

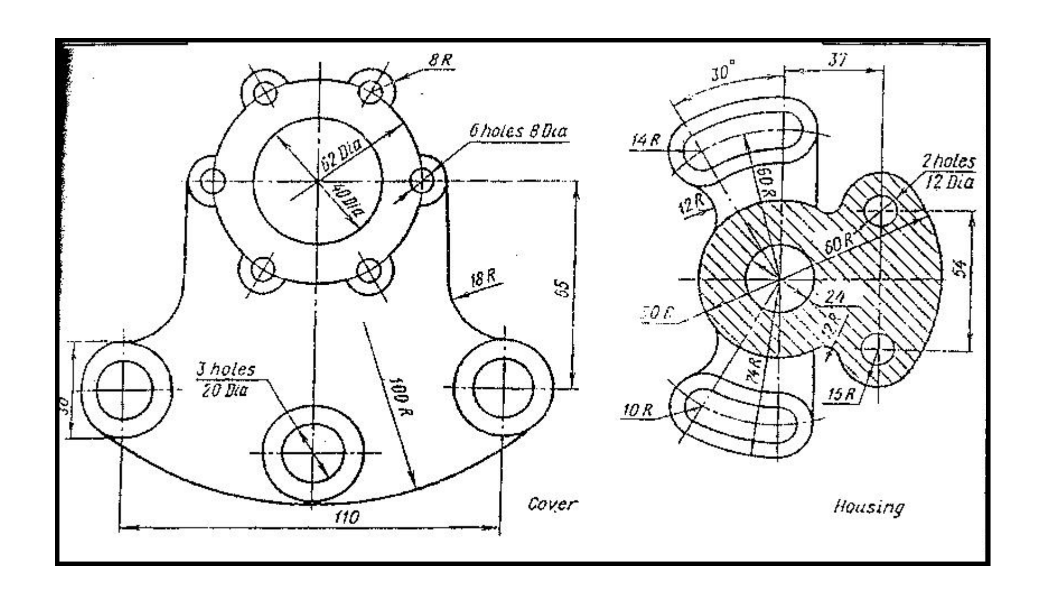


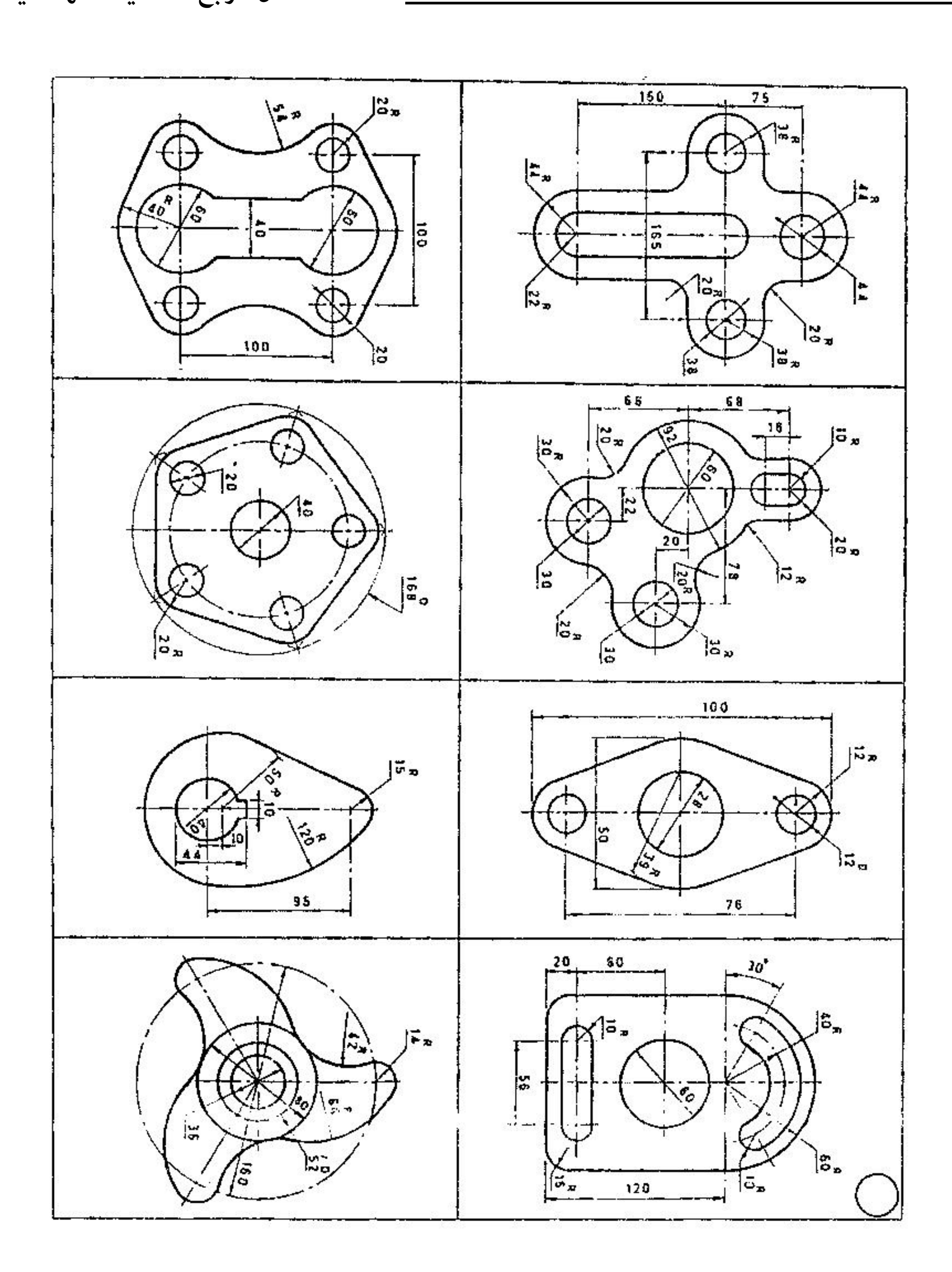
شكل 4.65

تطبيقات

مطلوب رسم الأشكال التالية بمقياس رسم مناسب







الفصل الخامس

الأبعاد

DIMENSIONING

الفصل الخامس

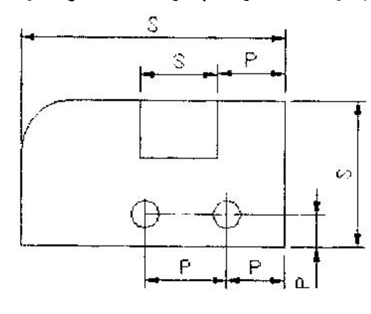
الأبعاد DIMENSIONING

4.1 الأبعاد DIMENSIONING

إن اكتمال رسم الجزء المطلوب وحده لا يكفي لإعطاء المعلومات اللازمة الإنتاجية، إذ لا بد من وصف الشكل والحجم سوية، أي بمعنى لابد من توفر معلومات تفصيلية كاملة عن مقاسات الجزء المراد إنتاجية. من هنا تظهر بوضوح الحاجة إلى وضع الأبعاد والملاحظات والعلامات التي تسهل على الفني المنفذ فهم الرسم ومن ثم إنتاجه بأيسر الطرق.

5.2 الحجم والموضع

توضع الأبعاد لبيان إما الحجم SIZE أو الموضع POSITION. ويبين (الشكل 5.1) جزءا يحتوي على أشكال هندسية تم توضيح إما حجمها وقد رمز له بحرف S، أو موضعها وقد رمز له بالحرف P.



شكل 5.1

إن أي جزء يمكن تفكيكه إلى مجموعة أشكال هندسية، اسطوانة، مخروط، هرم، ... الخ، وأي شكل من هذه الأشكال يمكن أن يكون موجبا أو سالبا، على سبيل المثال، الثقب عبارة عن اسطوانة سالبة، وفي دراستنا هذه سنتعلم كيف نصف كل هذه الأشكال الشائعة، وفي كل المراحل اللاحقة من عملنا سيتم إتباع قاعدتين، هما:

أ- سيتم تحديد حجم وموضع كل عنصر من عناصر الرسم مرة واحدة (أي بدون تكرار).

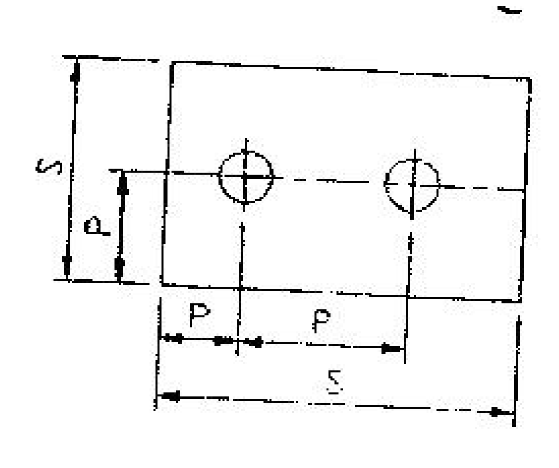
ب- يتم تحديد حجم وموضع كل عنصر من عناصر الرسم في المكان الذي يكون فيه أكثر وضوحا.

هاتين القاعدتين تساعدان على تسهيل قراءة أي رسم وتقليل احتمال وقوع الخطأ من قبل الشخص المنفذ.

5.3 اختيار الأبعاد

إن اختيار الأبعاد الخاصة بالحجم يعتمد بشكل كبير على وظيفة الجزء وكذلك على طرق الإنتاج التي يتم بواسطتها تنفيذ هذه الأبعاد. فمثلا إن الأبعاد التي يتم إنتاجها في ورش مثل السباكة أو الطرق، ... الخ تختلف عن الأبعاد التي يتم إنتاجها بعمليات مثل التنقيب، التجليخ، أو التوسيع الدقيق. حيث يفضل إعطاء أبعاد النوع الأول على شكل ملاحظات، بينما تحتاج أبعاد النوع الثاني إلى سماحات وتفاوتات وعلامات تشغيلية دقيقة.

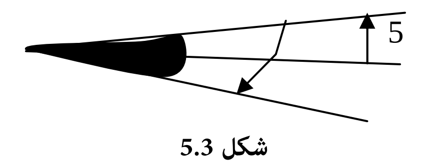
أما اختيار الأبعاد الخاصة بالموضع فإنها تتطلب اعتبارات أكثر مما هو عليه في اختيار أبعاد الحجم، حيث أنه يمكن إعطاء بعد الموضع بطرق عدة. وبشكل عام فإن أبعاد الموضع يتم إعطاءها بالاعتماد على السطوح المنتهية التشغيل (سطوح الإسناد)، وبين خطوط المحاور center lines (الشكل 5.2). ويجب التذكير بأن السطوح المنتجة بعمليات التشغيل الخشن كالسباكة أو الطرق لا تصلح أن تكون كمرجع لأبعاد الموضع.



شكل 5.2

5.4 خطوط الامتداد وخطوط الأبعاد: Extension and Dimension Lines

سبق أن تمت الإشارة إلى هذا النوع من الخطوط في الفصل الخاص بأبجدية الخطوط. وعادة يتم رسم خطوط الأبعاد بخط رفيع مستمر ينتهي بسهم زاوية رأسه 15° ويكون رأس السهم مملوء بالحبر الصيني الأسود وبطول يتراوح بين 3 إلى 4 مليمترات شكل 5.3، بينما ترسم خطوط تحديد الأبعاد (خط الامتداد) بخط مستمر له نفس سمك خط البعد ولا يمس هذا الخط خطوط الجسم المرسوم بل يبعد عنها مسافة 1 mm كما ويبرز عند نهايته عن خط البعد بنفس القدر تقريبا.



شكل 5.3

ترسم خطوط الأبعاد موازية لحافة الجسم وتبعد عنه مسافة 10 mm والمسافة بين خط وآخر حوالي 8 mm وتميل مع حافة الجسم حيثما مال. ويجب تفادي تقاطع خطوط الأبعاد فيما بينها وكذلك مع حافات الجسم كلما كان ذلك ممكنا في حين يجوز تقاطع خطوط الامتداد.

5.5 كتابة الأبعاد على الرسم (طبقا للمواصفات القياسية DIN 406)

تكتب قيمة البعد بارتفاع لا يقل عن 3.5 mm موازية لخط البعد وفي منتصفه بحيث تقرأ من أسفل الورقة ومن يمينها. كما وتكتب الأبعاد بدون ذكر الوحدات حيث تم الإشارة في الفصل الأول إلى أن هذه الوحدات تكتب ضمن جدول المعلومات الخاصة باللوحة. ويجب وضع الأبعاد الخاصة بالتجميع بين قوسين بغية تمييزها عن باقي الأبعاد. وعند وجود منطقة مهشرة تمثل منطقة قطع، فإنه ولضمان وضوح قيمة البعد تمحى مساحة صغيرة من خطوط التهشير للكتابة في داخلها ..

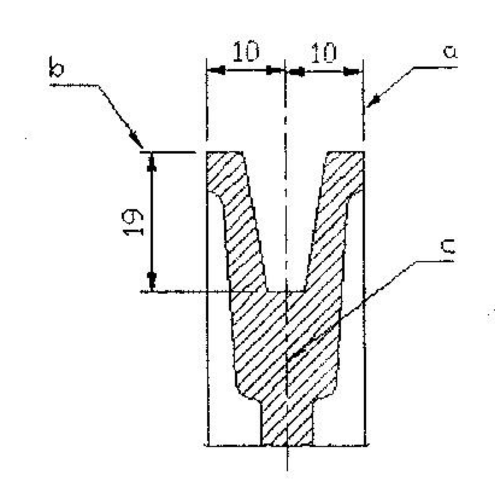
وبشكل عام يجب أن يراعى عدم التكرار في وضع الأبعاد في حالة التماثل، كما ويجب عدم وضع أبعاد يمكن اشتقاقها من أبعاد أخرى، ويفضل أن يكتب البعد في المسقط الذي يكون فيه أكثر وضوحا.

ويمكن تقديم القواعد العامة التالية لتوضيح الضوابط المختلفة لوضع الأبعاد على الرسم:

a: لا يجوز استخدام خطوط المحور Center Lines أو حواف الجسم كخطوط أبعاد.

b: تبرز الخطوط المساعدة (خطوط الامتداد) عن خط البعد بمقدار مليمتر إلى مليمترين.

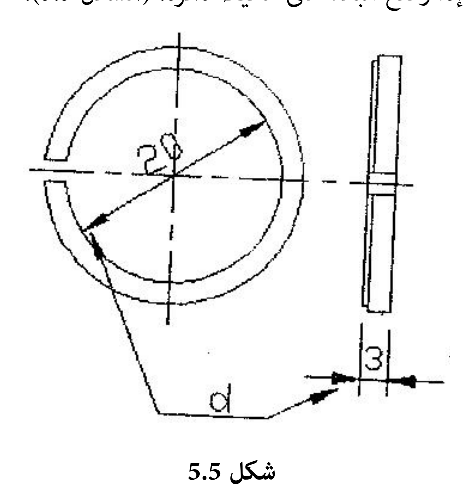
c: يمكن استخدام خطوط المحور كخطوط أبعاد مساعدة، كما أنه يمكن رسمها كخطوط رفيعة كاملة خارج حدود الجسم، (الشكل 5.4)



شكل 5.4

d: ترسم أسهم الأبعاد داخل الخطوط المساعدة أو داخل حواف الجسم. أما إذا كان المكان ضيقا، فترسم الأسهم من الخارج.

e: لا يجوز وضع رمز القطر إذا وضع البعد على محيط دائرة، (الشكل 5.5).

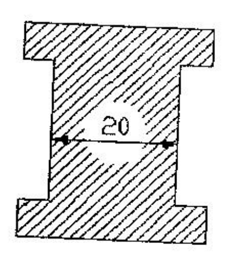


شكل 5.5

f: يجب أن تكتب أرقام الأبعاد بحيث يمكن قراءتها من أسفل الورقة أو من اليمين.

g: لا يجوز أن تفصل أرقام الأبعاد بخطوط أخرى، أو تتقاطع معها.

h: عند كتابة بعد على جزء مهشر، يجب أن تكون المساحة المكتوب عليها خالية من التهشير، (الشكل 5.6).



شكل 5.6

i: يجب وضع خطوط تحت أبعاد المقاسات المرسومة بمقياس رسم مخالف للمقياس المعطى.

j: يكتب البعد مرة واحدة فقط.

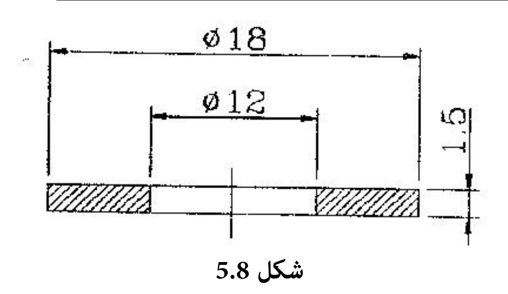
k: تكتب على المشغولات مقاسات التنفيذ النهائية (وليست المقاسات الأولية).

l: رمز القطر عبارة عن دائرة صغيرة يقطعها خط مستقيم مائل بزاوية 75 على المستوى الأفقي، ويوضع الرمز أمام رقم البعد، (الشكل 5.7).



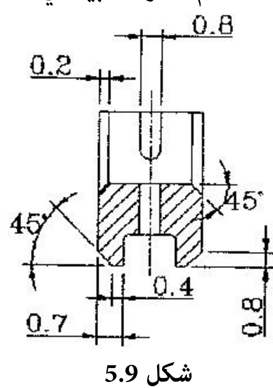
شكل 5.7

m: يكتب رمز القطر عندما يكون الشكل الدائري غير ظاهر في المسقط، أو عندما يكون البعد مكتوبا على خط إسناد، أو عندما يكون خط البعد مزودا بسهم واحد فقط، (الشكل 5.8).



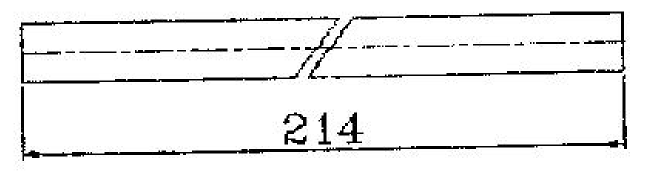
شكل 5.8

n: إذا كان المكان المخصص للبعد ضيقا تستخدم الطرق المبينة في (الشكل 5.9)



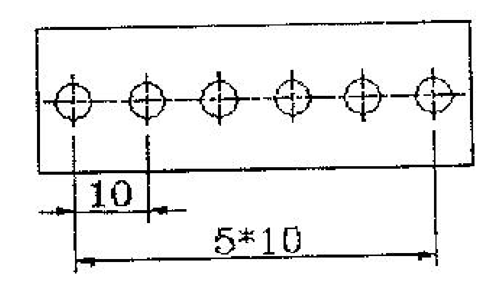
شكل 5.9

o: في حالة كون الجسم طويل يتم قطعه بخط كسر (راجع أبجدية الخطوط) ويرسم خط البعد بدون قطع مع كتابة الطول الحقيقي للجزء المقطوع، (الشكل 5.10)



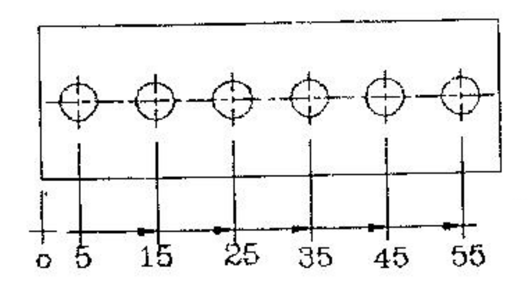
شكل 5.10

p: عند رسم عنصر متكرر (ثقب مثلا) على أبعاد متساوية من بعضها البعض، توضع أبعادها كما مبين في (الشكل 5.11)



شكل 5.11

q:عند أخذ خط إسناد واحد، توضع علامة O وتحدد بقية الأبعاد انطلاقا من هذه النقطة، كما في (الشكل 5.12)



شكل 5.12

r: عند إنتاج شكل هندسي واحد بمقاييس مختلفة، تعطى أبعاده بصيغة جدول، (الشكل 5.13).

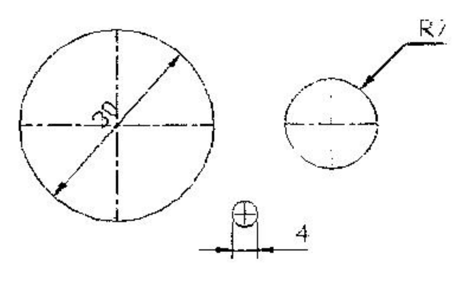
No. of Grooves	d_1	d_2	b
6	28	34	7
8	62	72	12
10	112	125	18

شكل 5.13

5.6 طريقة وضع الأبعاد على بعض الأشكال الهندسية

أ – الدائرة CIRCLE:

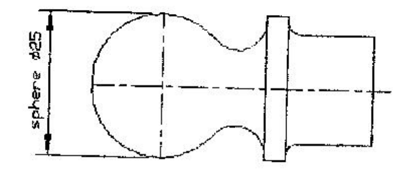
يعطى قطر ونصف قطر الدائرة بطرق مختلفة، كما موضح في (الشكل 5.14)



شكل 5.14

ب-الكرة: SPHERE

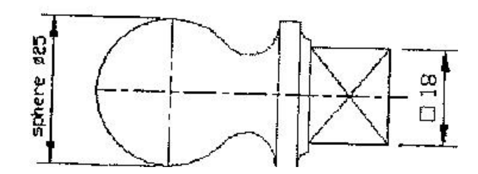
إذا ظهر شكل الكرة في مسقط واحد تكتب كلمة sphere قبل الرقم الدال على القطر، (الشكل 5.15).



شكل 5.15

جـ -المربع: SQUARE أو المستطيل: RECTANGULAR

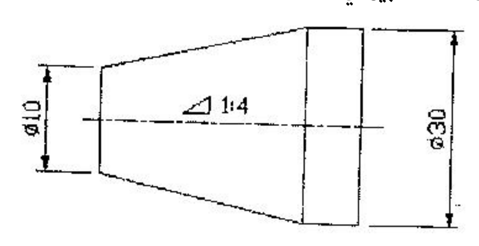
يعطى طول ضلع المربع مسبوقا بعلامة □ بينما للمستطيل يعطي الطول والعرض. ويمكن تمييز الأشكال الرباعية المستوية برسم أقطارها المتقاطعة، (الشكل 5.16).



شكل 5.16

د-المخروط: CONE

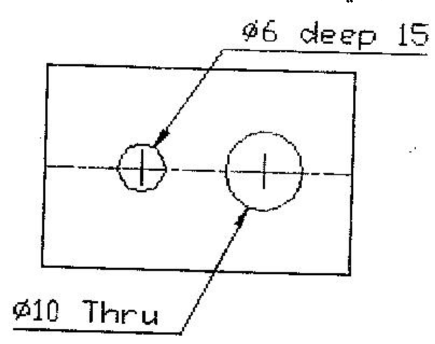
تعطى أبعاد المخروط كما مبين في (الشكل 5.17)



شكل 5.17

هـ-الثقوب: HOLES

تعطى أبعاد الثقوب كما مبين في (الشكل 5.18)

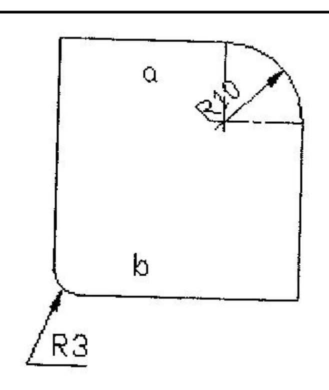


شكل 5.18

و-الأقواس: ARCS

a: عندما يكون المركز معلوم.

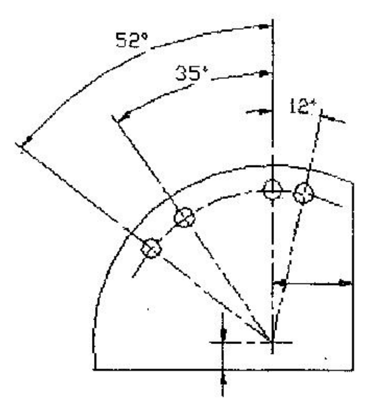
b: عند عدم تحديد المركز.



شكل 5.19

ز-الزاوية: ANGLE

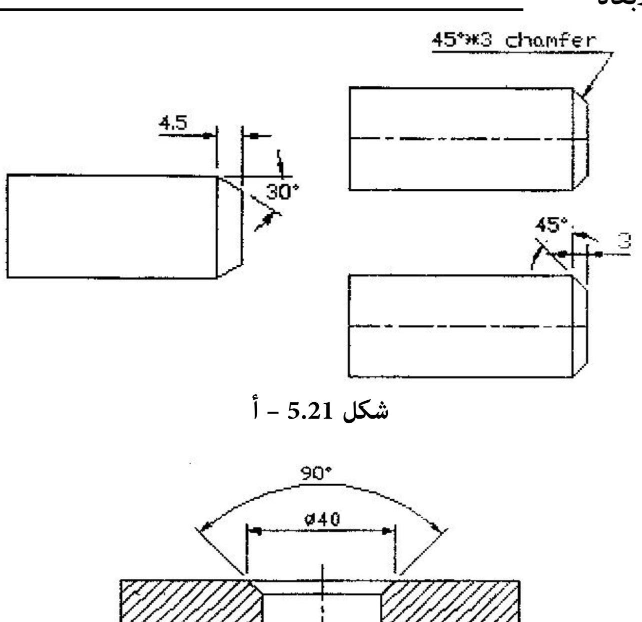
يتم وضع الأبعاد الخاصة بالزوايا كما مبين في (الشكل 5.20). يلاحـظ مـن هـذا الشـمل أن مواقـع الثقوب تتحدد بإعطاء الزوايا نسبة إلى خط إسناد.



شكل 5.20

ح-الشطف: CHAMFER

للحافات التي يتم شطفها بزاوية معينة هنالك طرق عديدة لوضع الأبعاد كما م وضح في (الشـكل 5.21).

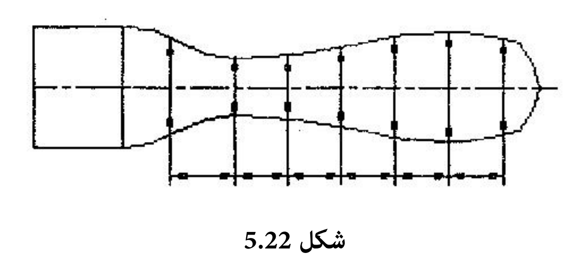


شكل 5.21 – أ

شكل 5.21 – ب

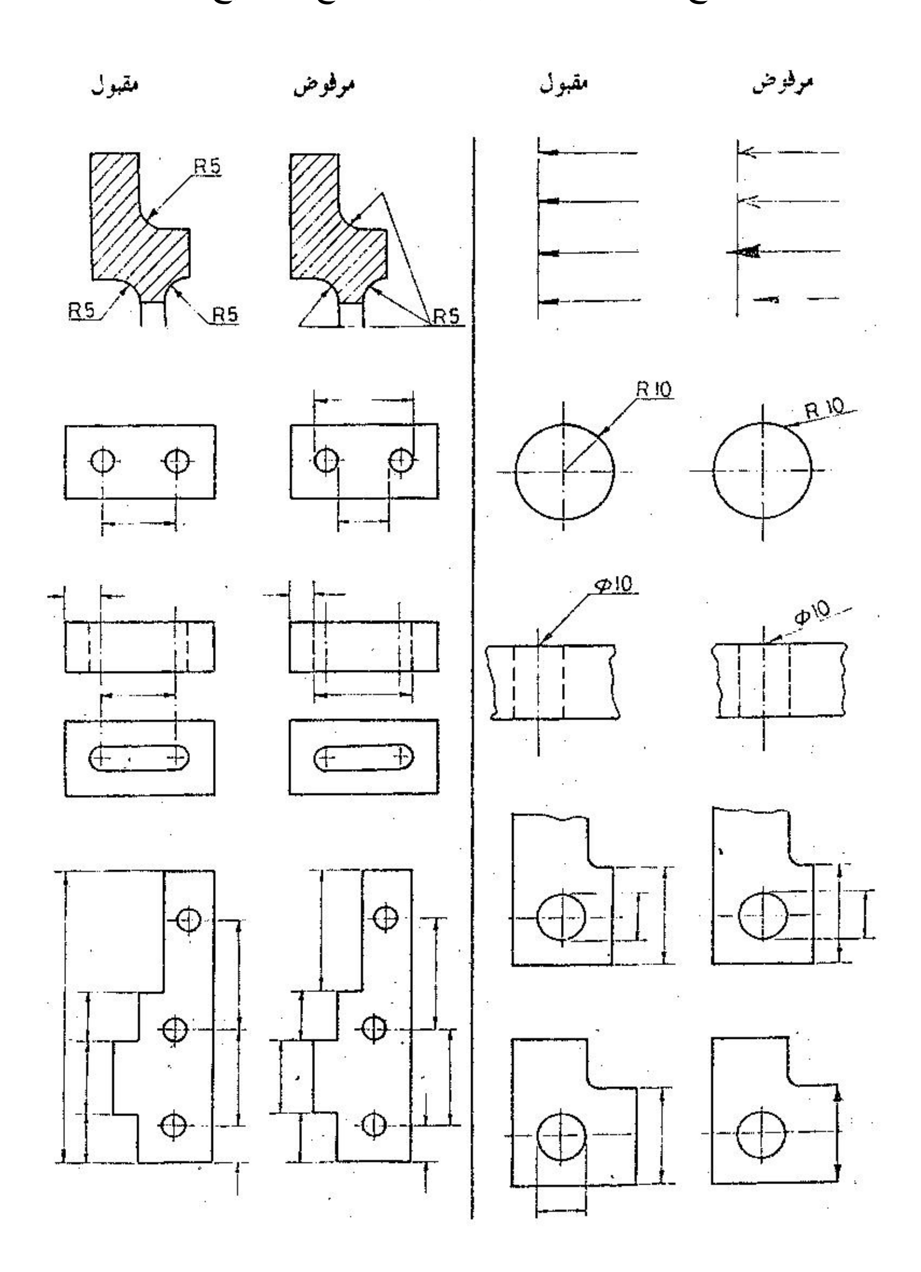
ط- المنحنى: CURVE

تعطى إحداثيات عدة نقاط من نقاط محيط المنحنى كما موضح في (الشكل 5.22)



شكل 5.22

نماذج لأخطاء شائعة وبجانبها الوضع الصحيح.

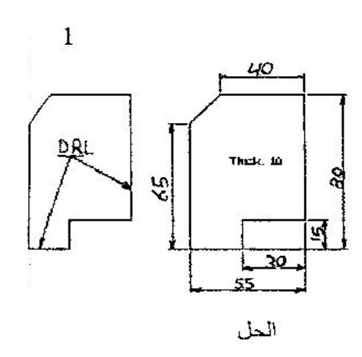


** تطبيقات

المطلوب رسم الأشكال بمقياس رسم 1:1. وذلك في مسقط واحد مكتوبة عليه الأبعاد. ويمكن ترتيب أولوية اختيار مستويات الإسناد لتحديد الأبعاد كما يلي: حافتا قطعة الشغل أو حافة قطعة الشغل وخط المنتصف Center Line أو خطأ منتصف قطعة الشغل. ويوضح الشكل في التمرين الأول نموذجا للحل.

1- (انظر شكل 1)

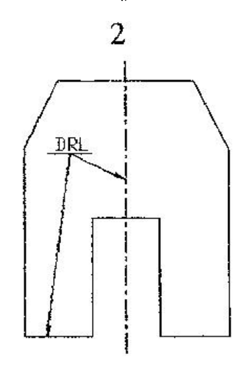
- خطوط إسناد الأبعاد Dimensions Reference Line (DRL): الحافة السفلى واليمنى.
- الشكل الأساسي: مستطيل 80 x 55.
- الحافة اليسرى: 65
- الحافة العليا: 40
- الجزء المقتطع: 30 x 15، سمك اللوح: 10 (انظر الحل)



الحل

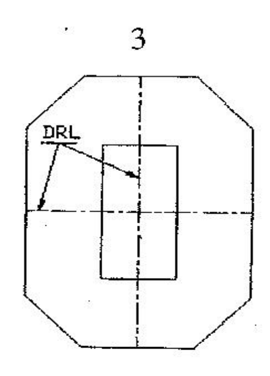
2- (انظر شكل 2)

- مستويات (خطوط) إسناد الأبعاد: الحافة السفلى وخط المنتصف الرأسي.
- الشكل الأساسي: مستطيل 75 x 60
- الحواف اليسرى واليمنى: 55
- الحافة العليا: 40
- الجزء المقتطع: 35 x 20، سمك اللوح: 10



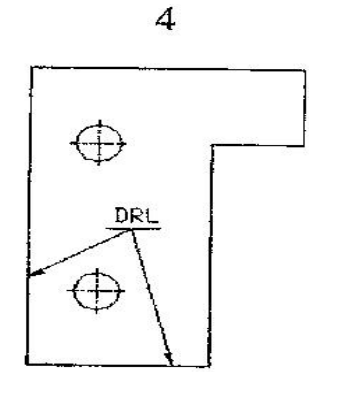
3- (انظر الشكل 3)

- مستويات إسناد الأبعاد: خطا المنتصف
- الشكل الأساسي: مستطيل 80 x 60
- الحافتان اليمنى واليسرى: 50.
- الحافتان العليا والسفلى: 30
- الفتحة الوسطى: 40 x 20، سمك اللوح: 10



4- (انظر شكل 4)

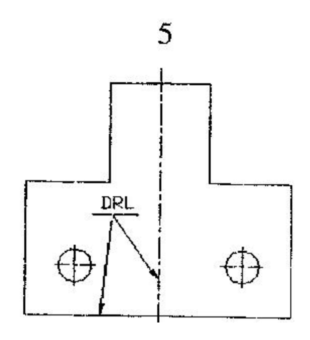
- مستويات إسناد الأبعاد: الحافتان السفلى واليسرى
- الشكل الأساسي: مستطيل 80 x 60
- الجزء المتقطع: 60 x 20
- بعد مركزي الثقبين عن الحافة اليسرى: 115
  وعن الحافة السفلى: 20 أو 60
- قطر الثقبين: 10، سمك اللوح: 10



5- (انظر الشكل 5)

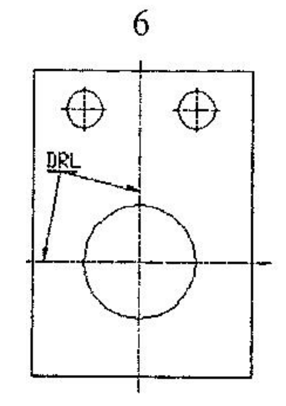
- مستويات إسناد الأبعاد: الحافة السفلى وخط المنتصف الرأسي
- الشكل الأساسي: مستطيل 80 x 70
- الحافة العليا: 30
- طول اللسان: 30
- بعد مركزي الثقبين عن بعضهما البعض: 50 وبعدهما عن الحافة السفلى: 15

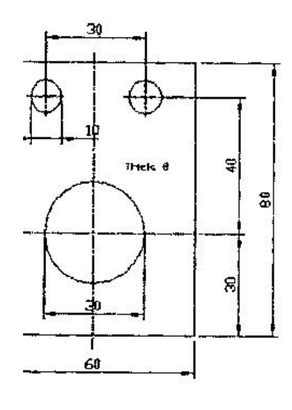
- قطر الثقب: 10، سمك اللوح: 5



6- (انظر شكل 6)

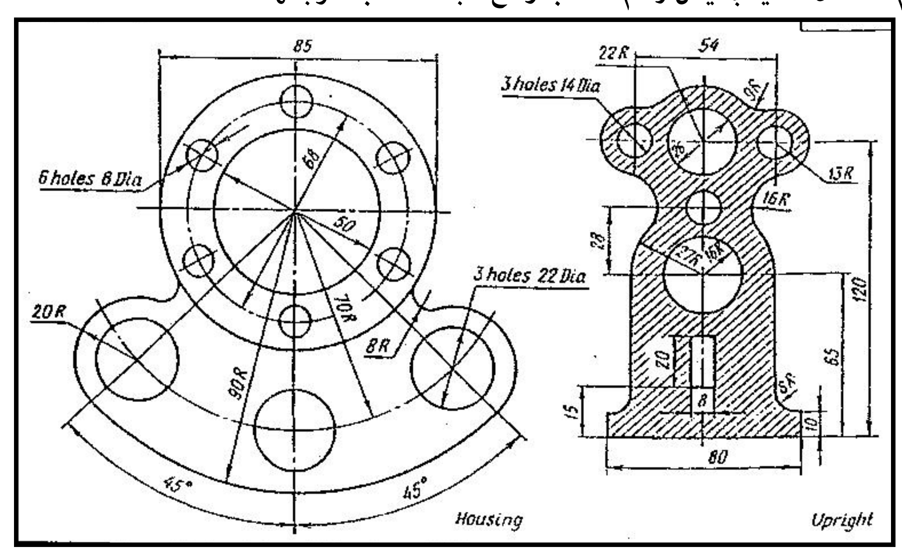
- مستويات إسناد الأبعاد: خطا منتصف الثقب الكبير
- بعد مركز الثقب الكبير عن الحافة السفلى: 30
- الشكل الأساسي: مستطيل 80 x 60
- بعد مركزي الثقبين العموديين عن بعضهما البعض: 30 وبعده عن مستوى إسناد البعد الأفقي: 40
- قطر الثقب الكبير: 30 وقطر الثقبين الصغيرين: 10
- سمك اللوح: 8 (أنظر الحل)

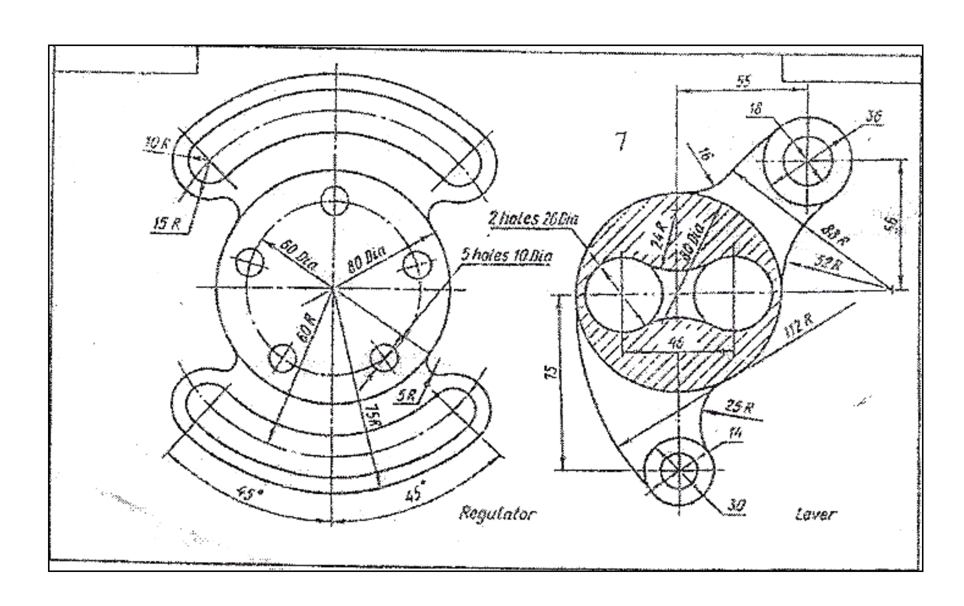




تمرينات

ارسم الأشكال التالية بمقياس رسم مناسب وضع الأبعاد حسب ضوابطها.





الفصل السادس

الرسم المجسم

PICTORIAL DRAWING

الفصل السادس

الرسم المجسم PICTORIAL DRAWING

6.1 رسم المنظور البسيط (الرسم المجسم): PICTORIAL DRAWING

بالرغم من أن طريقة الإسقاط العمودي والتي سيتم تناولها لاحقا إنشاء الله هي طريقة كفوءة جدا في وصف أبعاد الجسم الهندسي وصفا حقيقيا مثل الارتفاع والعرض والعمق، غلا أنها مع ذلك تبقى تمثل الجسم في مستوى [أي وصف ثنائي الأبعاد 2D]. ولكن من الممكن رؤية الأجسام بشكلها المجسم ذي الأبعاد الثلاثة 3D.

طريقة الرسم المجسم [ثلاثي الأبعاد 3D] ترينا حقيقة تفاصيل الجسم في منظر واحد. ولا يجزأ الجسم هنا إلى ثلاثة مساقط أمامي وأفقي وجانبي. ونحن بحاجة ماسة لطريقة الرسم المجسم، حيث أنه في بعض الأحيان يجب توضيح تفاصيل الشكل لأشخاص غير فنيين لا يفهمون طريقة الإسقاط العمودي في تمثيل الجسم، وعليه كانت طريقة الرسم المجسم هي الطريقة المناسبة لتوضيح معالم الجسم. كما ويستفاد من الطريقة في الرسوم التجميعية حيث يرسم المنتج على شكل أجزاء مفككة لتوضيح وتسهيل عملية التجميع. وكذلك فإن الطريقة مفيدة في رسم مخططات يدوية. ولكل هذه الأسباب يصبح تعلم هذه الطريقة أمرا ضروريا.

6.2 طرق الرسم المجسم PICTORIAL METHODS

هنالك ثلاث طرق رئيسية لتمثيل الأجسام هي:

1- التمثيل الأكسونومتري (AXONOMETRIC) أي التمثيل بامتداد المحاور، ويوجد في المواصفات القياسية (DIN 5) وصف لنوعين من هذا التمثيل هما: الأول: التمثيل

الأيـزومتري ISOMETRIC (أي المنظـور متسـاوي القيـاس)، والثـاني: التمثيـل الـدايمتري DIMETRIC (أي المنظور ثنائي القياس). وهناك نوع ثالث يسمى (TRIMETRIC).

2- المنظور المائل (OBLIQUE).

3- المنظور (PERSPECTIVE) الذي يتلاشى في نقطة.

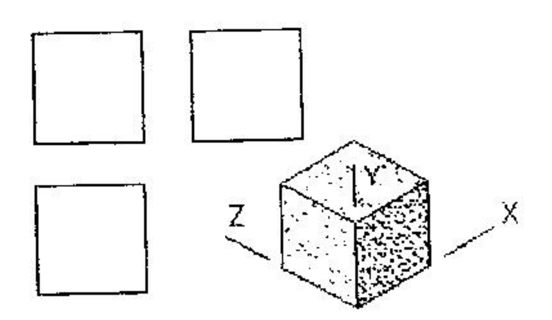
طريقة المنظور (TRIMETRIC) تعطي إيضاح أكثر قبولا للعين من الطرق الأخرى، وتسـمح بحريـة تامـة في تـدوير الجسـم حـول المحـاور الثلاثـة، ولكنهـا صـعبة الرسـم. ومـع طريقـة التمثيـل الـدايمتري DIMETRIC النتيجة أقل إرضاء للعين وحرية أقل في تدوير الجسم ولكن تنفيـذها أسـهل مـن طريقـة الــ TRIMETRIC. طريقة التمثيل الأيزومتري ISOMETRIC تعطي نتائج أقل من سابقتيها ولكنها سهلة الرسم وممتازة من حيث كونها أسهل بالنسبة للأبعاد.

ولتمثيل الأجسام التي تحتوي على دوائـر وأقـواس عـلى وجـه واحـد أو وجـوه متوازيـة تسـتخدم طريقة المنظور المائل حيث تكون الطريقة أسهل في الرسم وفي الأبعاد لمثل هذه الأجسام.

وعلى الرغم من أن طريقـة المنظـور PERSPECTIVE تعطـي نتائجـا مرضـية للعـين إلا أنهـا تعتـبر محدودة الفائدة نظرا لكون أن الخطوط تقصر فيها بشكل غير منتظم لأنها تنتهي جميعا في نقطة.

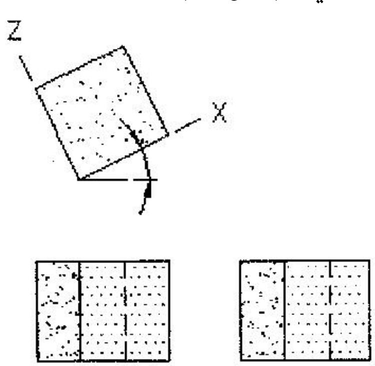
6.2.1 الإسقاط الأكسونومتري: AXONOMETRIC PROJECTION

في هذه الطريقة يدور الجسم بحيث أن أوجهه الثلاثة تبدو واضحة. إذا تخيلنا عـلى سـبيل المثـال مكعبا يرتكز بقاعدته على المستوى XZ، فإن مسقط المكعب في أي مستوى عبارة عن مربع، (الشكل 6.1).



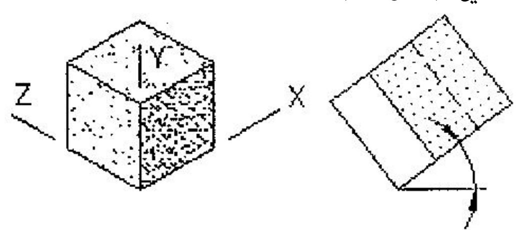
شكل 6.1

ولو دورنا ها المكعب حول محوره العمودي (Y) بأي زاوية أقل من 90° فإن المسـقط الأمـامي لـه سيرينا وجهين كلاهما أصغر من الحقيقة (شكل 6.2)



شكل 6.2

ندور المكعب، من هذا الوضع إلى الأمام حول محور (X) أي قيمة أقل من 90° ، ستبدو الآن ثلاثة أوجه من المكعب واضحة للعين، (شكل 6.3).

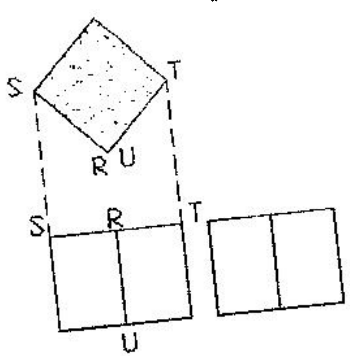


شكل 6.3

ويمكن أن نحصل على عدد لا نهائي من المواقع المنظورة للمكعب اعتمادا على الزوايا التي يدور بها المكعب. ولكن عددا قليلا من هذه المواقع يستخدم للرسم. وأبسطها على الإطلاق هو موقع تتساوى فيه الأطوال حيث تصغر الأوجه الثلاثة للمكعب بشكل متساوي ويسمى هذا الموقع بالآيزومترك.

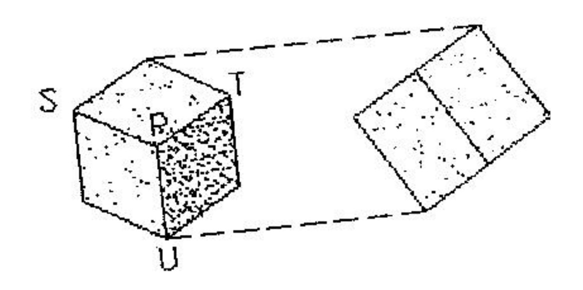
6.2.1.1 الإسقاط الأيزومتري: ISOMETRIC PROJECTION

إذا دور المكعب حول المحور (Y) ب كما في (الشكل 6.4).



شكل 6.4

ثم يميل إلى الأمام حتى تصبح الحافات RS, RT, RU متساوية في الأطوال فإن المسقط أو هذا المنظر للمكعب يسمى بـ (الإسقاط المتساوي القياس Isometric)، (الشكل 6.5) حيث تم إمالة المكعب حتى أصبح القطر المار خلال R عموديا على مستوى الورقة (المستوى الأمامي).

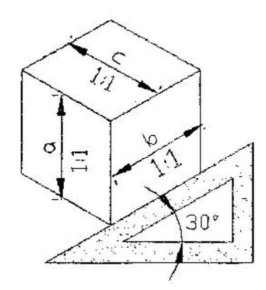


شكل 6.5

الحافات المتعامدة مع بعضها البعض RS, RT, RU تلتقي في الركن الأمامي R صانعة زوايا متساوية 120° مع بعضها البعض وتسمى المحاور الآيزومترية Isometric Axes. ولكل هذه المحاور أطوال مضغوطة بنفس النسبة لأنها تميل بنفس الزاوية بالنسبة لمستوى الصورة. حافات المكعب الأخرى موازية لهذه المحاور. وأي خطوط توازي هذه المحاور تسمى بـ (الخطوط الآيزومترية).

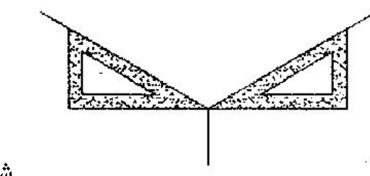
6.2.1.2 الرسم الآيزومتري: ISOMETRIC DRAWING

في الإسقاط المتساوي القياس تصغر الخطوط الآيزومترية حوالي 81% من طولها الحقيقي ولكن في معظم التطبيقات فإن هذا التصغير أو الانضغاط في الأبعاد يهمل وترسم الخطوط بأبعادها لحقيقية. ويرسم الارتفاع رأسيا، أما العرض والعمق فيرسمان بميل 30° مع الخط الأفقي وتتساوى مقاييس الرسم بالنسبة للارتفاع a والعرض b والعمق c (الشكل 6.6).



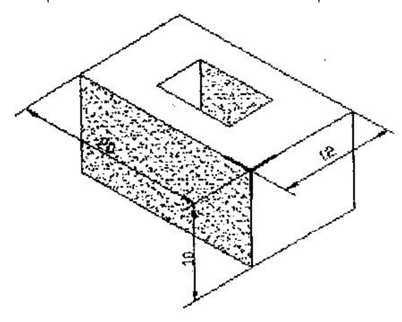
شكل 6.6

إن الرسم المتساوي القياسي سهل ويمكن أن نبدأ بنقطة تمثل الركن الأمامي ثم نرسم من هذه النقطة ثلاثة محاور آيزومترية أحدها عموديا بينما يميل الآخران عنه بزاوية 120° لاحظ (الشكل 6.7).



شكل 6.7

وعلى هذه الخطوط الثلاثة نقيس الارتفاع والعرض والعمق لأي جسم كما موضح في (الشكل 6.8) بعد قياس الأبعاد على خطوط المحاور نرسم من الخطوط التي تم تحديدها خطوطا موازية للمحاور ثم نكمل الشكل وتهمل الخطوط المخفية ما لم تكن ضرورية لوصف الجسم.



شكل 6.8

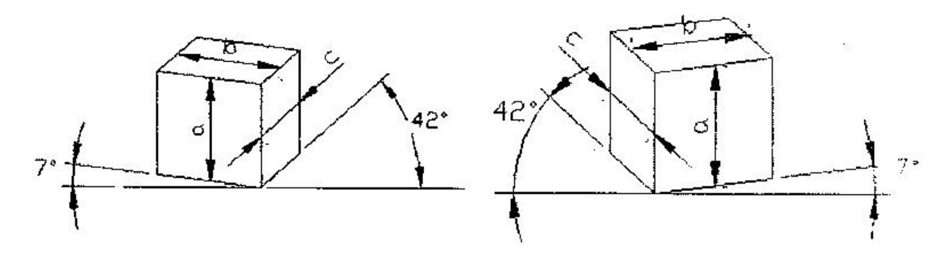
كل الحواف التي لا توازي أي من المحاور الآيزومترية تسمى خطوط غير آيزومترية (Nonisometic Lines). ومن أهم القواعد التي يجب التذكير بها في رسم المنظور المتقايس هو أن القياسات يمكن أن تؤخ على الخطوط الآيزومترية فقط، وبعكسه فإنه لا يمكن أخذ القياسات على الخطوط غير الآيزومترية. مثلا أقطار أوجه المكعب هي من الخطوط غير الآيزومترية، وبالرغم من كونها متساوية الأطوال فإن رسمها سوف لن يكون متساوي الأطوال على الرسم المنظوري المتقايس للمكعب. حيث أنها لا تظهر

بأطوالها الحقيقية كما أن زاوية ميلانها لا تظهر بقيمتها الحقيقية. ويتم رسم الخطوط غير الآيزومترية بتحديد إحداثيات بداية ونهاية كل خط ثم نوصل بين البداية والنهاية للحصول على الخط المطلوب.

6.2.1.3 الإسقاط الدايمتري (ثنائي القياس):

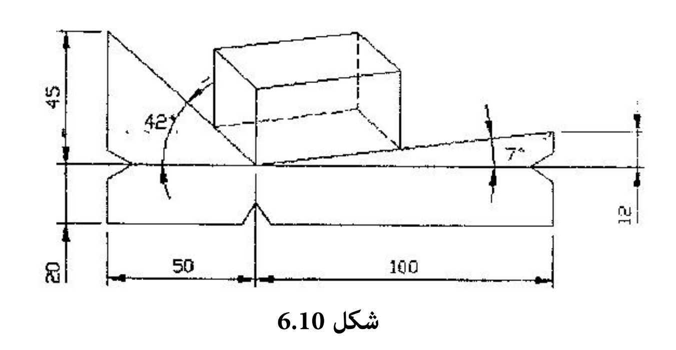
DIMETRIC PROJECTION

في هذا النوع من الإسقاط أو التمثيل يكون الرسم بأبعاد غير متساوية، أي يتم القياس بمقياس رسم مختلفين. فيرسم الارتفاع a والعرض b بمقياس رسم 1:1 أما العمق c فيرسم بمقياس رسم (1 : 0.5) أي 2 : 1 ويرسم الارتفاع رأسيا والعرض بميل 7° والعمق بميل 42° على الخط الأفقي. ويمكن أن يرسم العمق إلى اليسار أو إلى اليمين حسبما يراد إيضاحه، كما في (الشكل 6.9).



شكل 6.9

وللاحتفاظ بقيم زوايا الميل يمكن أن تصنع من الورق أو من البلاستك طبعة (شبلونة) لتستعمل في الرسم، كما في (الشكل 6.10).

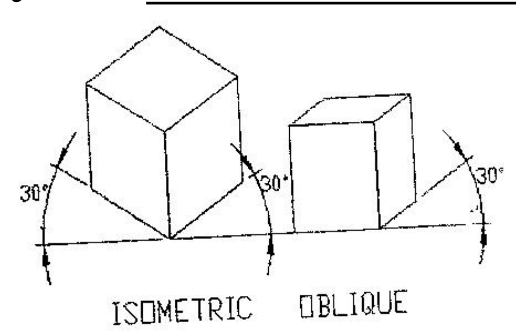


شكل 6.10

6.2.2 طريقة الإسقاط المائل: OBLJQUE PROJECTION

وفي هذا النوع يوضع الجسم بحيث يكون أحد أوجهه موازيا لمستوى الإسقاط بينما تميل خطوط الإسقاط بزاوية ما على هذا المستوى وتختلف هذه الطريقة عن الآيزومترك في أن أشعة الإسقاط مائلة بينما في طريقة الآيزومترك تكون عمودية على مستوى الإسقاط.

في هذا النوع من الإسقاط أو التمثيل يكون الرسم بأبعاد غير متساوية، أي يتم القياس بمقياس رسم مختلفين. فيرسم الارتفاع والعرض. بمقياس رسم 1:1، أما العمق فيرسم بمقياس رسم (1 : 0.5) أي 1:2. وعند رسم الجسم المائل تؤخذ المحاور الثلاثة X, Y, Z بحيث يتعامد محوران منها بينما يميل الثالث بزاوية 30 أو 45 أو 60 كما موضح في (الشكل 6.11). وبذلك يظهر الشكل في المستوى XY بشكله الحقيقي ولذلك فإنه يفضل البدء بالوجه ذي المحورين المتعامدين. وفي المستويين الآخرين لا تظهر الأشكال بحقيقتها حيث تظهر الدوائر بشكل قطع ناقص وترسم بالطرق التي سيتم شرحها لاحقا.



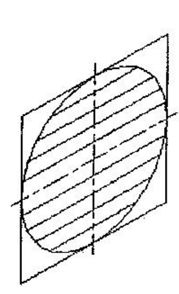
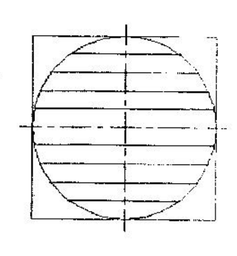
شكل 6.11

6.3 رسم الدوائر في الآيزومترك ISOMETRIC CIRCLES

تظهر الدوائر على أوجه الآيزومترك بشكل قطع ناقص ويتم رسمها بطريقتين:

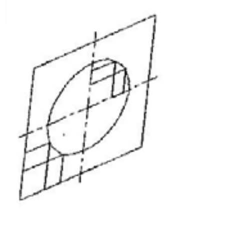
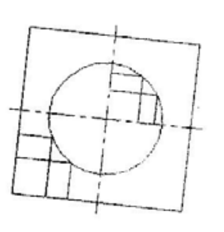
6.3.1 الطريقة الدقيقة: TRUE ELLIPSE METHOD

أ- يرسم أولا مربع مماس للدائرة، ثم يقسم محيط الدائرة بخطوط أفقية (أو عمودية) إلى عدد من الأقسام تفصل بينها مسافات متساوية. ثم يرسم المنظور الهندسي السريع (شكل معين) وتنصف أضلاعه بخطين ثم نرسم على الخط المنصف خطوطا موازية للضلع المائل للمعين وبنفس أطوال الخطوط الأفقية أو العمودية المرسومة على الدائرة فنحصل على مجموعة من النقاط يتم إيصالها للحصول على شكل قطع ناقص حقيقي True elipse (بيضوي). وكلما كانت الخطوط المتوازية المرسومة في الدائرة أكثر كلما كانت نقاط رسم القطع الناقص أكثر وكلما كان الرسم أكثر دقة، لاحظك (الشكل 6.12).

شكل 6.12

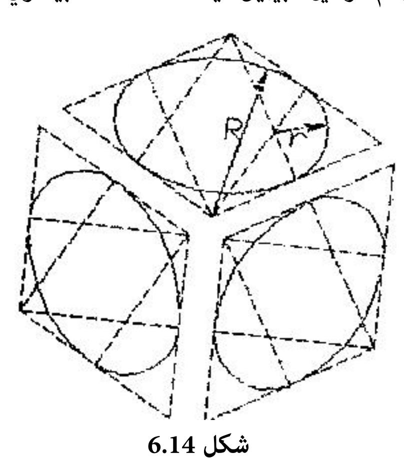
ب- أو ترسم خطوط موازية للمحورين الأفقي والعمودي للمربع الـذي يحـيط بالـدائرة (لا يمسـها) تقـع نقاط تقاطعها على الدائرة ثم ترسم نفس هذه الخطوط بـنفس الأطـوال وبـنفس البعـد عـن بعضـها البعض فترسم داخل المعين وتشكل نقاط تقاطعها نقاط المحل الهندسي للقطع الناقص الحقيقي المراد رسمه لاحظ (الشكل 6.13).

شكل 6.13

6.3.2 الطريقة التقريبية: APPROXIMATE ELLIPSE METHOD

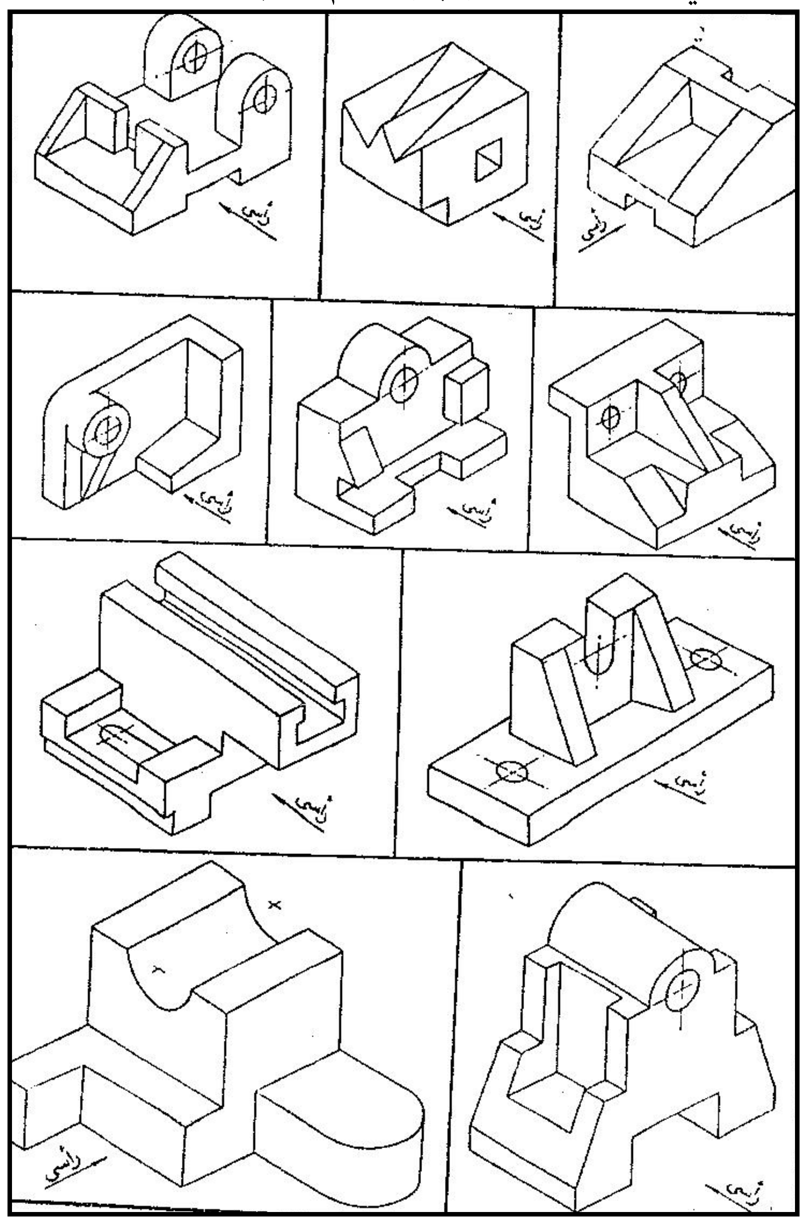
وهذه هي الطريقة الأكثر شيوعا في رسم الدوائر في الآيـزومترك، حيـث يمكـن الحصـول عـلى قطـع ناقص تقريبي يمثل منظور الدائرة باستعمال أقواس دائرية ويمكن الحصول على مراكـز هـذه الأقـواس مـن تعيين نقاط تقاطع الأعمدة المرسومة من رأس الزاوية المنفرجة للمعـين عـلى الأضـلاع المقابلـة لهـا. حيـث يرسم من كل نقطة عمودين على الضلعين المقابلين لها أي يكـون لـدينا بالمحصـلة أربعـة أعمـدة. ونقطـة تقاطع كل عمودين تمثل مركز القوس الصغير الذي نصف قطره r. أما الأقواس الكبيرة فيكون مركزها نقاط الزاوية المنفرجة في المعين وترسم بنصف قطره قدره R وهو طول العمود النازل من رأس الزاوية المنفرجـة على الضلع المقابل لها، حيث يرسم قوسين كبيرين فيكتمل الشكل البيضوي. (الشكل 6.14).

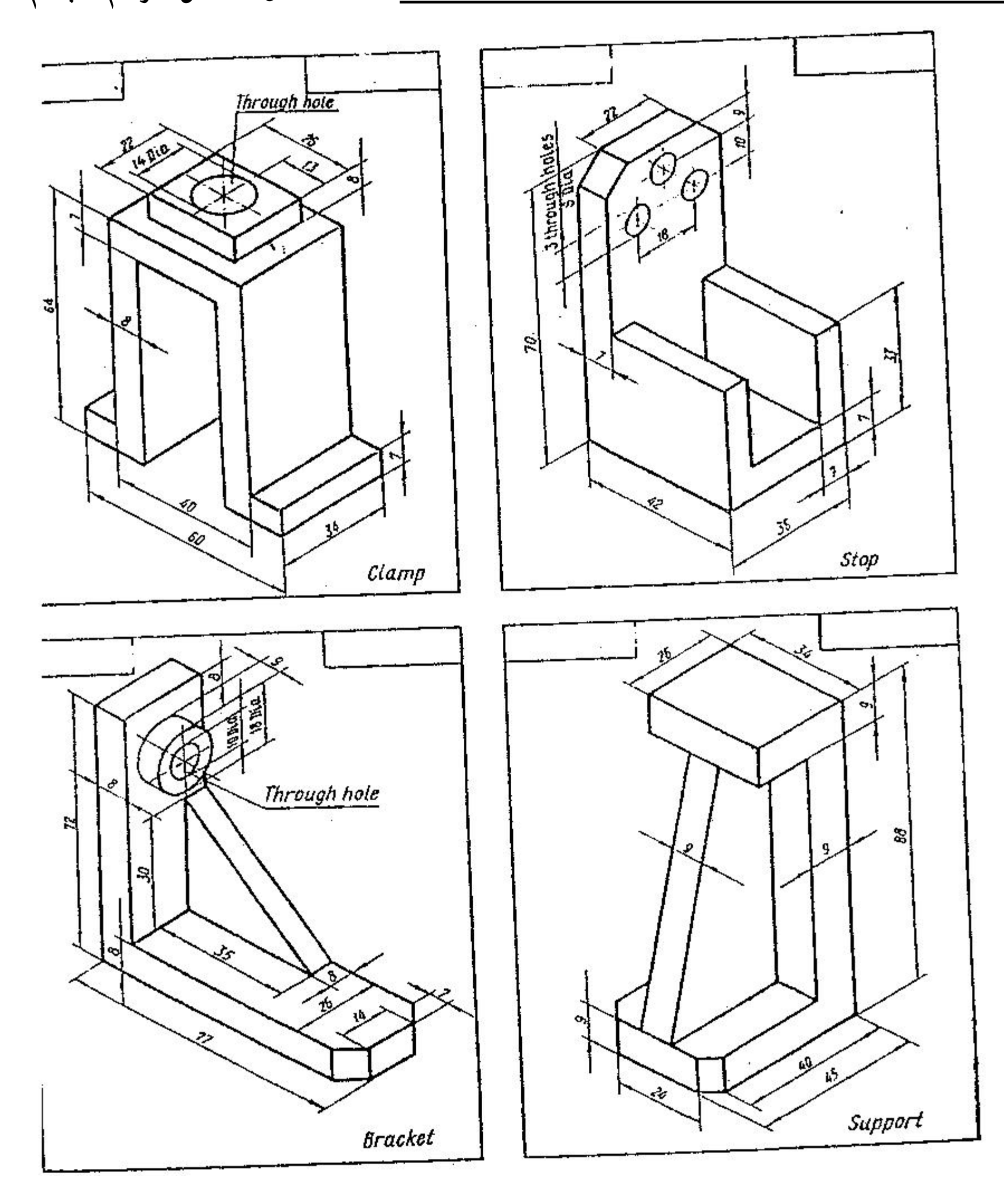


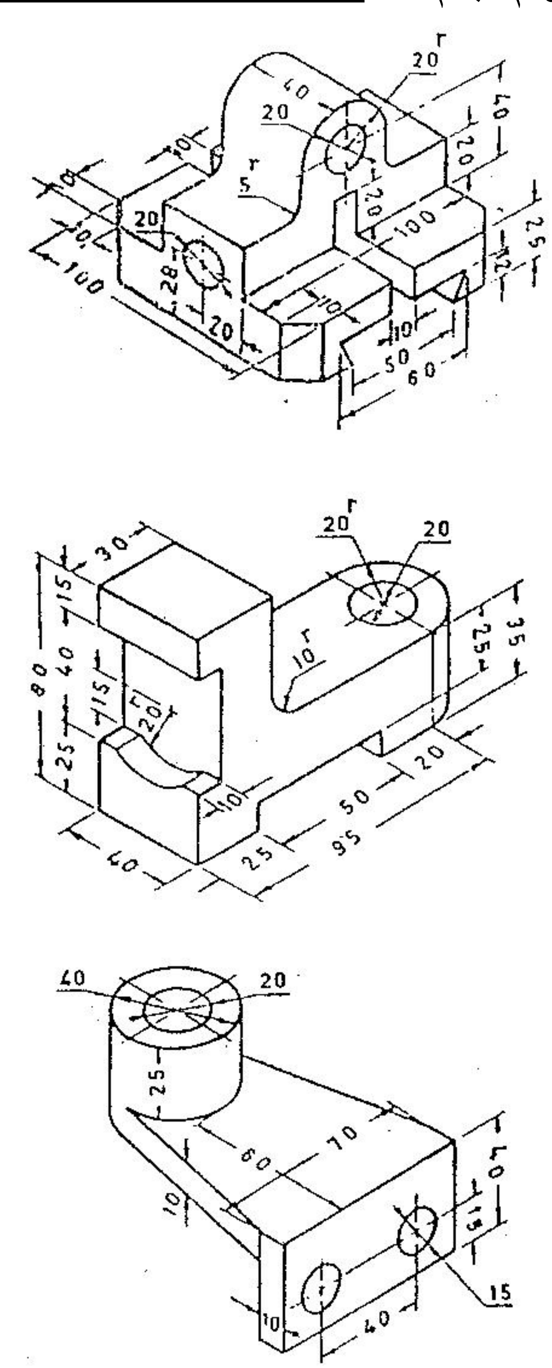
شكل 6.14

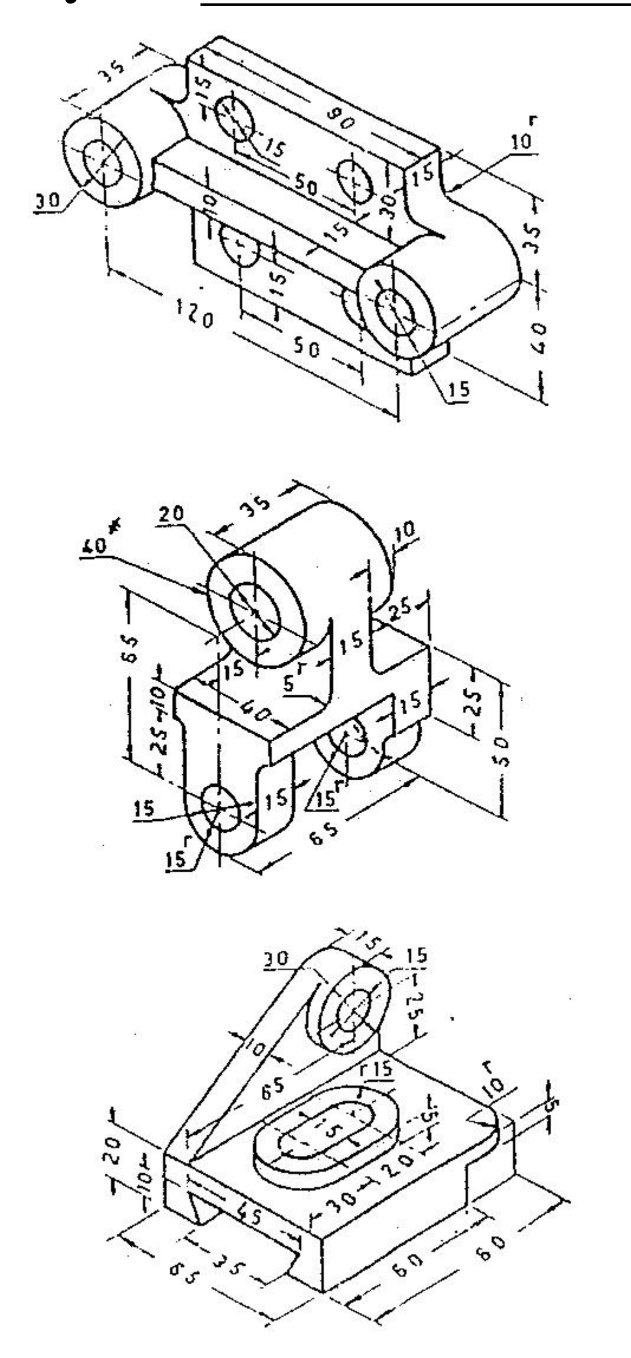
تطبيقات

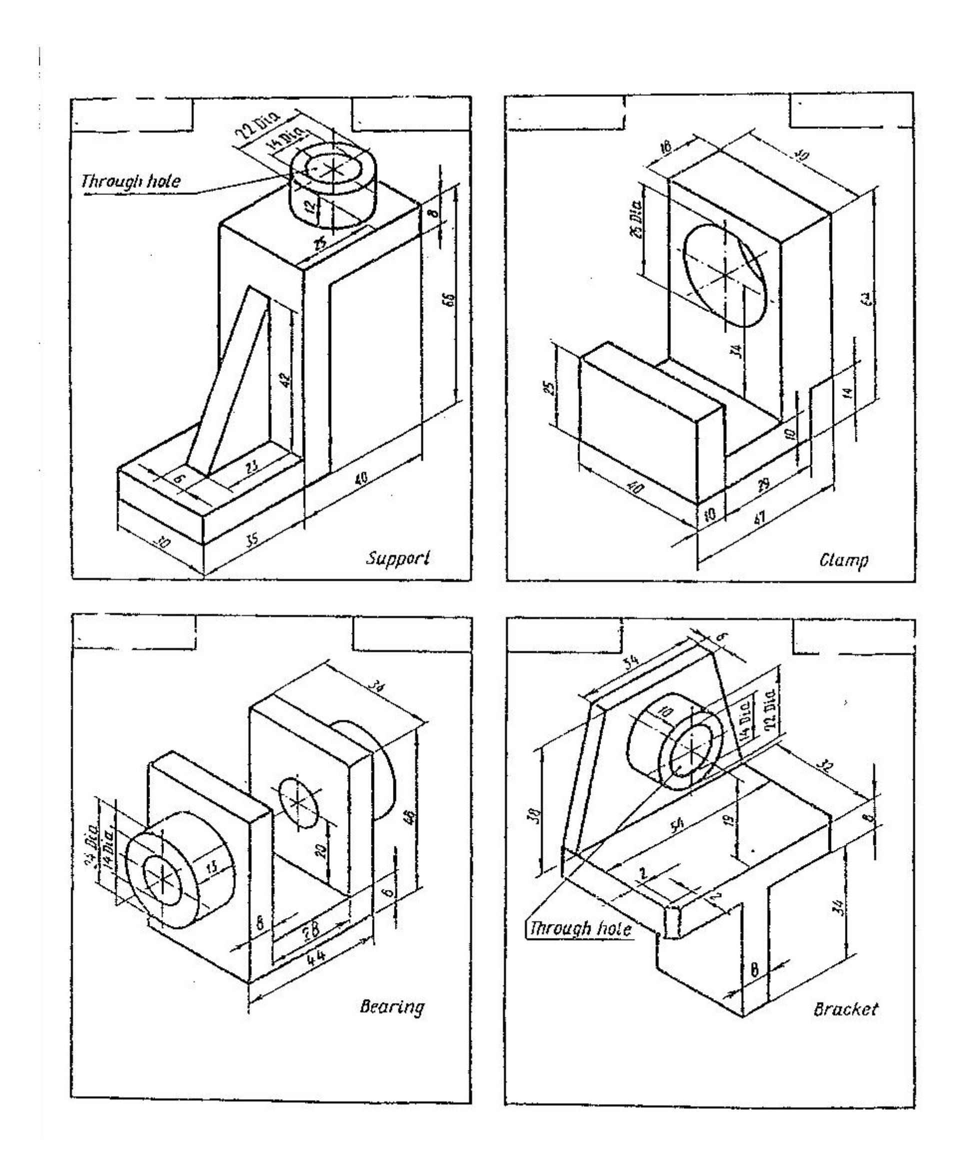
ارسم المنظور الهندسي لكل من الأشكال التالية بمقياس رسم مناسب.



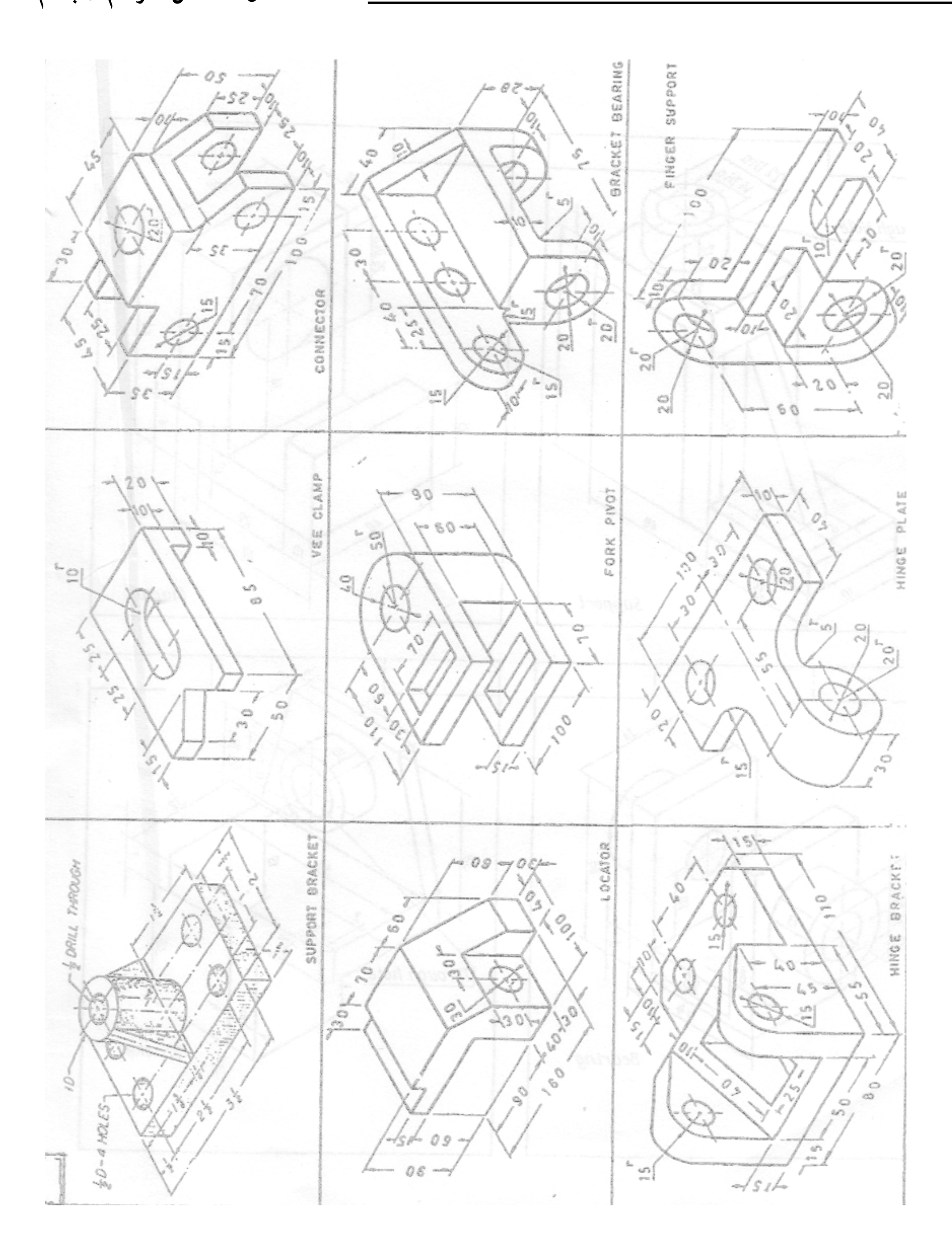

Through hole
14 Dia
Clamp
3 through holes
5 Dia
Stop
10 Dia
18 Dia
Through hole
Bracket
Support




35
15
90
15
50
15
30
10
10
30
35
15
15
120
50
40
15
20
35
10
40
25
65
15
15
15
5
10
25
40
15
25
50
15
15
15
65
15
30
15
15
25
10
65
15
10
5
5
20
20
10
30
45
35
65
60
60



22 Dia.
14 Dia.
Through hole
Support
Clamp
25 Dia.
Bearing
24 Dia.
14 Dia.
Bracket
14 Dia.
22 Dia.
Through hole


CONNECTOR
BRACKET BEARING
FINGER SUPPORT
VEE CLAMP
FORK PIVOT
HINGE PLATE
SUPPORT BRACKET
LOCATOR
HINGE BRACKET

الفصل السابع

نظرية الإسقاط المتعامد

THEORY OF ORTHOGRAPHIC PROJECTION

الفصل السابع

نظرية الإسقاط المتعامد

THEORY OF ORTHOGRAPHIC PROJECTION

7.1 نظرية الإسقاط المتعامد

الإسقاط: هو عملية رسم شكل ذو ثلاثة أبعاد على مستوى الورقة ذي البعدين وذلك بواسطة تصور أشعة ساقطة باتجاه معين من الجسم إلى مستوى الصورة وفي الرسم هنالك طريقتان أساسيتان لتمثيل الشكل لأي جسم:

أولا: المساقط المتعامدة ORTHOGRAPHIC VIEWS

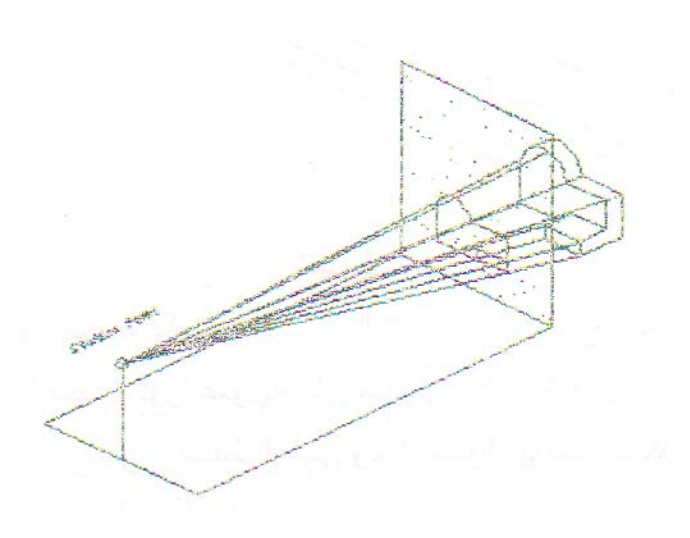
وفي هذه الطريقة هنالك مسقطان أو أكثر من المساقط المنفصلة لجسم ما تؤخذ من اتجاهات مختلفة. وبشكل عام تكون بزاوية قائمة مع بعضها البعض ومرتبة بطريقة محددة نسبة لبعضها البعض. كل من هذه المساقط يبين شكل الجسم من زاوية معينة ويكون وصف الجسم وصفا كاملا من خلال هذه المساقط مجتمعة.

ثانيا: المساقط المجسمة PICTORIAL VIEWS

وفي هذه الطريقة يميل الجسم ويتم الإسقاط في مستو واحد. إما إسقاط متعامد orthographic أو مائل oblique أو منظوري perspective.

7.2 المساقط المتعامدة: ORTHOGRAPHIC VIEWS

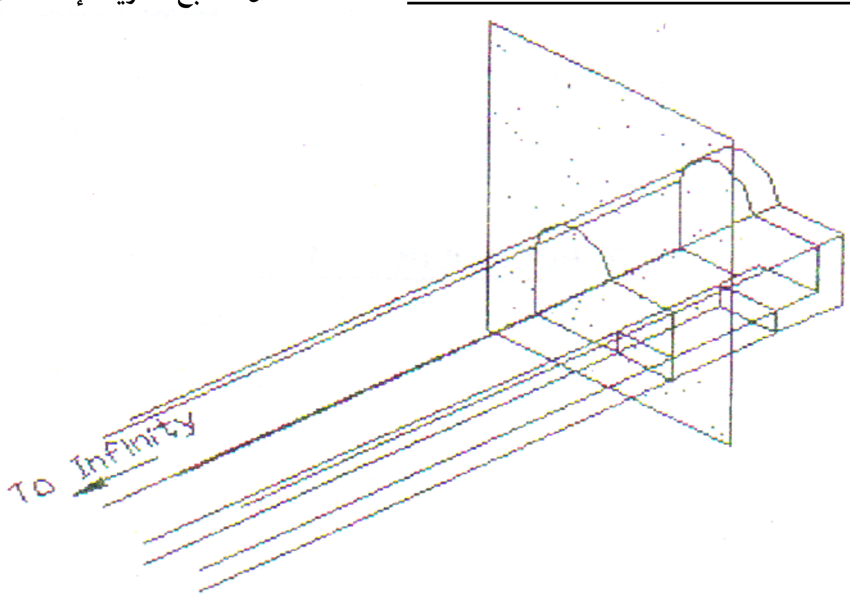
لنفترض أن لدينا مستويا شفافا (من الزجاج مثلا) قد وضع بـين الجسـم وبـين نقطـة يراقـب منهـا شخص هذا الجسم عن بعد كما في (الشكل 7.1)



شكل 7.1

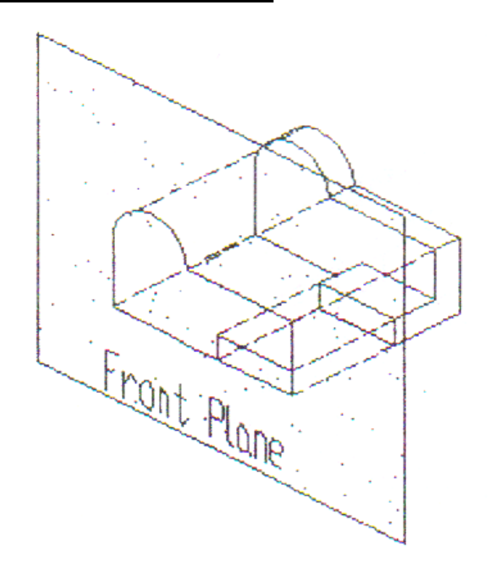
إن تقاطع المستوى الشفاف مع الأشعة المتكونة من الخطوط الواصلة بـين العـين وكـل نقطـة مـن نقاط الجسم سيعطي صورة هي نفس الصورة المتكونة في عين الشخص المراقب، وهذا ما يسمى بالإسقاط المنظوري perspective.

إذا قام الشخص المراقب بالمشي إلى الوراء بعيدا عن نقطة المراقبة حتى يصل مسافة (نظرية) ما لا نهاية تصبح الأشعة عندئذ بطول مالا نهاية ومتوازية مع بعضها الـبعض وعمودية عـلى مسـتوى الصـورة. تسمى الصورة المتكونة عندئذ على المستوى الشـفاف بــ ((المسـقط المتعامـد orthographic projection))، انظر (الشكل 7.2).



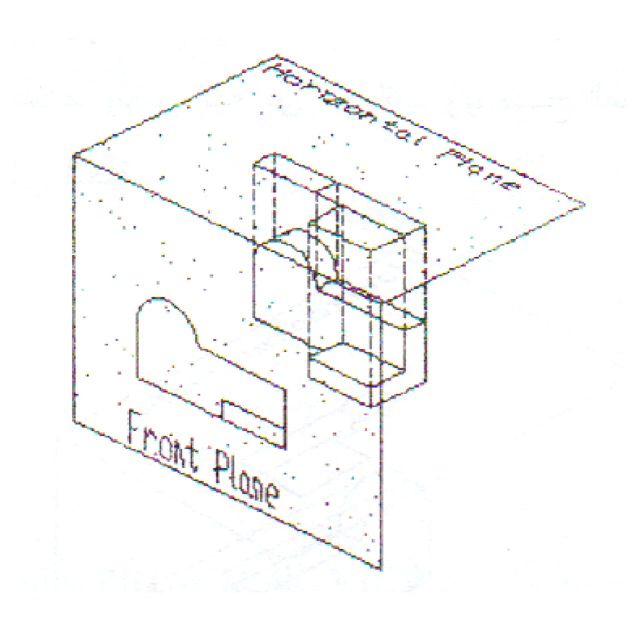
شكل 7.2

فإذا تخيلنا مرور مجموعة من الأشعة المتوازية بأضلاع الجسم المبين في (الشكل 7.3) بحيث تكون عمودية على مستوى الإسقاط فإن تقاطع الأشعة مع المستوى تكون ما يسمى بالمسقط الرأسي وهذا المسقط يوضح شكل الجسم عندما ينظر إليه من الأمام ولكنه لا يعطينا معلومات عن المسافة من الأمام إلى الخلف وعليه فإن مسقطا آخر يجب توفره.



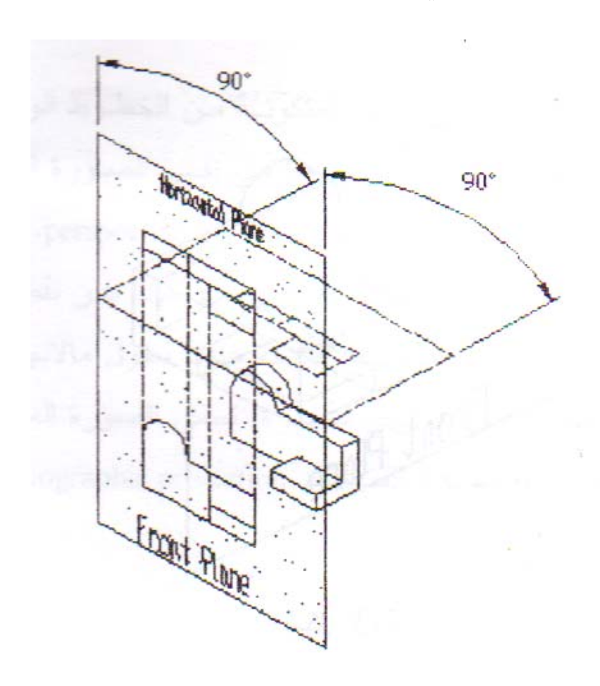
شكل 7.3

لنتخيل الآن أن لدينا مستويا شـفافا آخـر، بالإضـافة إلى المسـتوى الشـفاف الأمـامي، يوضـع فـوق الجسم ويكون عموديا على المستوى الأول، كما في (الشكل 7.4)



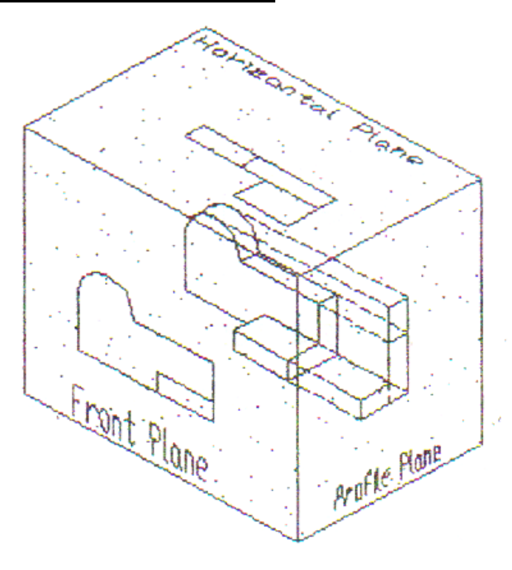
شكل 7.4

التسقيط على هذا المستوى يتم بمد أعمدة متوازية عليه من حافات الجسم وهذا سيعطينا مسقطا آخر يوضح المسافة من الأمام إلى الخلف، ويسمى بالمسقط الأفقي. ولجعل المسقطين يقعان في مستو واحد، نتصور دوران المستوى الأفقي 90° كما موضح في (الشكل 7.5).



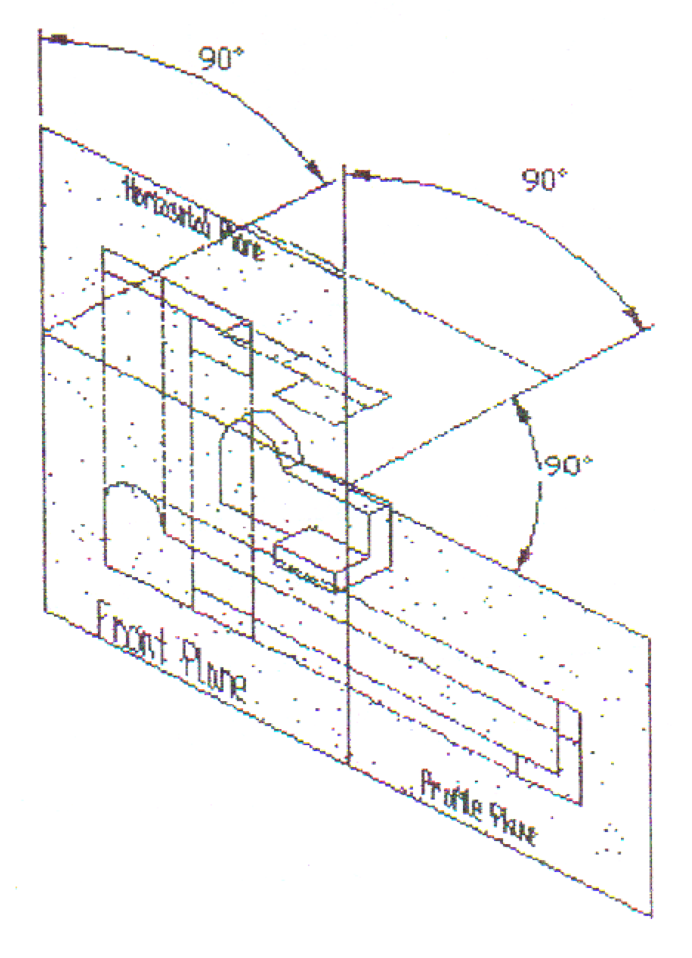
شكل 7.5

والآن تصور مستويا ثالثا عموديا على المستويين السابقين (الشكل 7.6)، هذا المستوى يسمى بالمستوى الجانبي ويمكن تسقيط منظرا ثالثا عليه، هذا المسقط يوضح شكل الجسم عندما ينظر إليه من الجانب ويوضح المسافة من الأعلى إلى الأسفل ومن الأمام إلى الخلف.



شكل 7.6

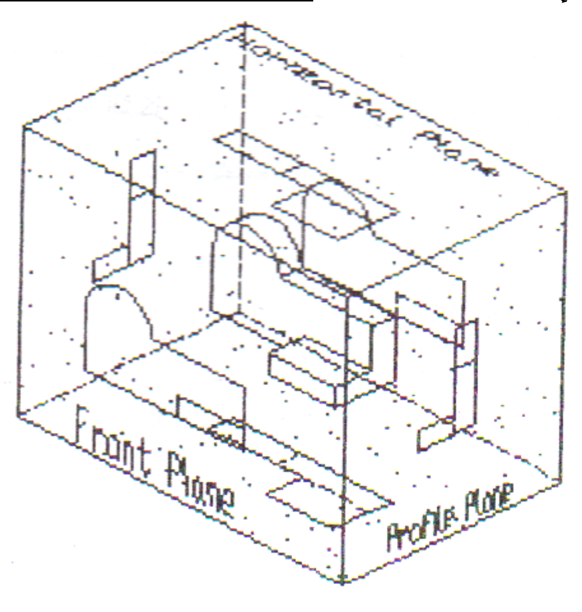
ولجعل المسافة الثلاثة في مستو واحد نتصور دوران كل من المستويين الأفقي والجانبي كما مبين في (الشكل 7.7). وبهذا فإن المساقط مجتمعة في مستو واحد تعطي الشكل بأبعاده الثلاثة بدقة وكفاءة.



شكل 7.7

7.3 المساقط الستة الرئيسية: THE SIX PRINCIPAL VIEWS

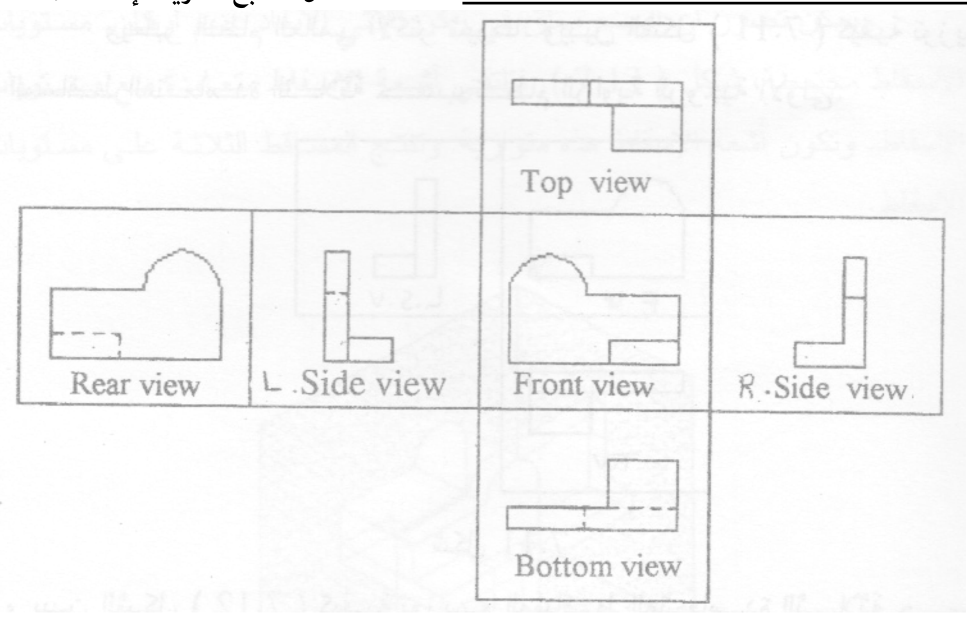
إن أي جسم يمكن أن يحاط بستة مستويات، كل مستوي يلتقي بزاوية قائمة مع أربعة مستويات أخرى كما مبين في (الشكل 7.8). وعلى هذه المستويات يمكن أن نحصل على مساقط للجسم عندما ينظر له من الأعلى ومن الأسفل، من الأمام ومن الخلف، من الجانب الأيمن، ومن الجانب الأيسر.



شكل 7.8

ولو تخيلنا إنفراد الصندوق الشفاف في مستو واحد هو مستوى الورقة، فإن المستوى الأمامي سيكون أصلا واقع في مستوى الورقة. ويتم تدوير بقية الجوانب. يسمى المسقط الواقع في المستوى الأمامي بالمسقط الرأسي Front view والمسقط الذي يقع على المستوى الأفقي يسمى بالمسقط الأفقي Top view or Plan ويسمى المسقط الواقع على الجانب بالمسقط الجانبي Side view. ويعكس هذه الاتجاهات نحصل على المسقط السفلي Bottom view بدلا من المسقط الأفقي، والمسقط الخلفي Rear view بدلا من المسقط الرأسي.

ويبين (الشكل 7.9) مواقع المساقط الستة وهي مساقط رئيسية وتوضح بعدين من الأبعاد الثلاثة الارتفاع، العرض، العمق. وغالبا ما يتم تمثيل الجسم بثلاثة مساقط هي المسقط الرأسي والمسقط الأفقي والمسقط الجانبي، وفي حالات معينة نحتاج إلى المسقطين السفلي والخلفي لتوضيح تفاصيل الشكل.

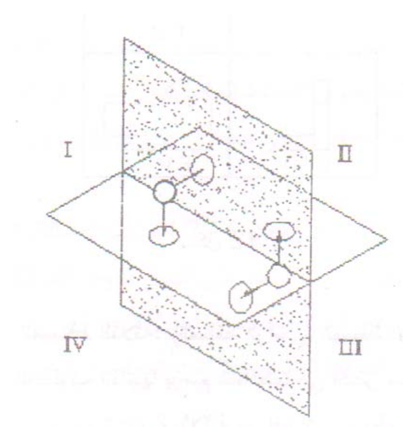


شكل 7.9

وهنالك نظامان شائعان لترتيب المساقط الثلاثة المتعامدة (الشكل 7.10):

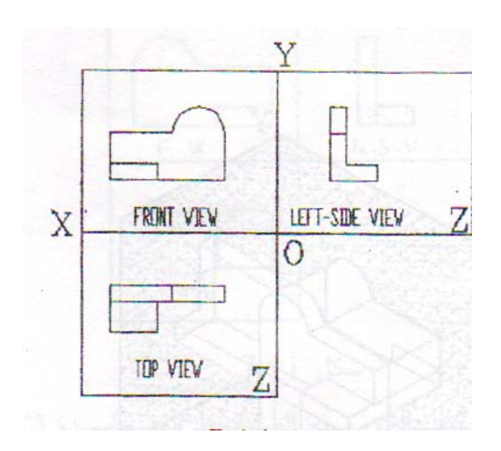
أ- النظام العالمي (نظام الزاوية الزوجية الأولىI)

ب- النظام الأمريكي (نظام الزاوية الزوجية الثالثة III).



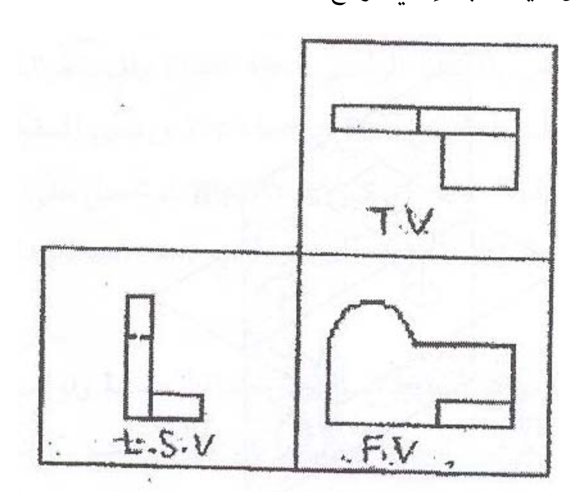
شكل 7.10

ويعتبر النظام العالمي الأكثر شيوعا. ويبين الشكل (7.11) كيفية توزيع المساقط المتعامدة الثلاثة حسب نظام الزاوية الزوجية الأولى.



شكل 7.11

ويبين الشكل (7.12) كيفية توزيع المساقط المتعامدة الثلاثة حسب نظام الزاوية الزوجية الثالثة. ولا يختلف النظامان من حيث المبدأ إلا في مواقع المساقط فقط.

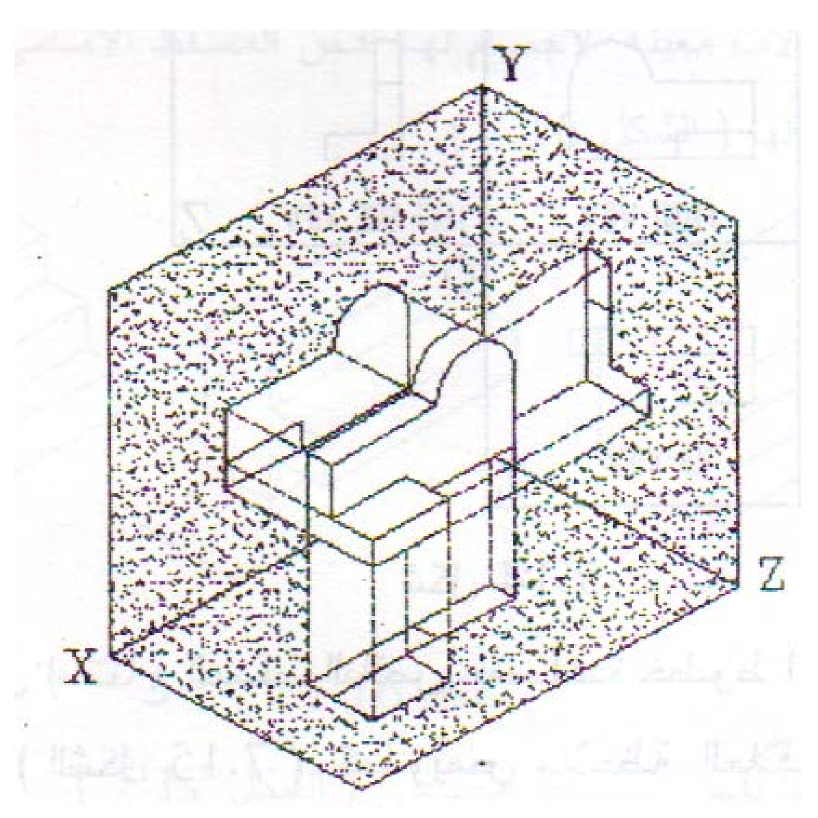


شكل 7.12

7.4 العلاقة بين المساقط الثلاثة: (المسقط الرأسي، المسقط الأفقي، المسقط الجانبي)

تمثل المشغولات المطلوب إنتاجها برسم مساقطها في أكثر من اتجاه لضمان تمام وضـوحها. ويكتفـي بصورة عامة بثلاثة مساقط ترسم بطريقة الإسقاط العمودي الموازي لأحرف تقاطع مستويات الإسقاط.

ويمكن تصور أن الجسم معلق في ركن ثلاثي الأبعاد يضم أركان مستويات الإسقاط مجتمعة، شـكل (7.13)، فتلتقي أشعة الإسقاط متعامدة مع مستويات الإسقاط، وتكون أشعة الإسقاط هذه متوازية وتنتج المساقط الثلاثة على مستويات الإسقاط.



شكل 7.13

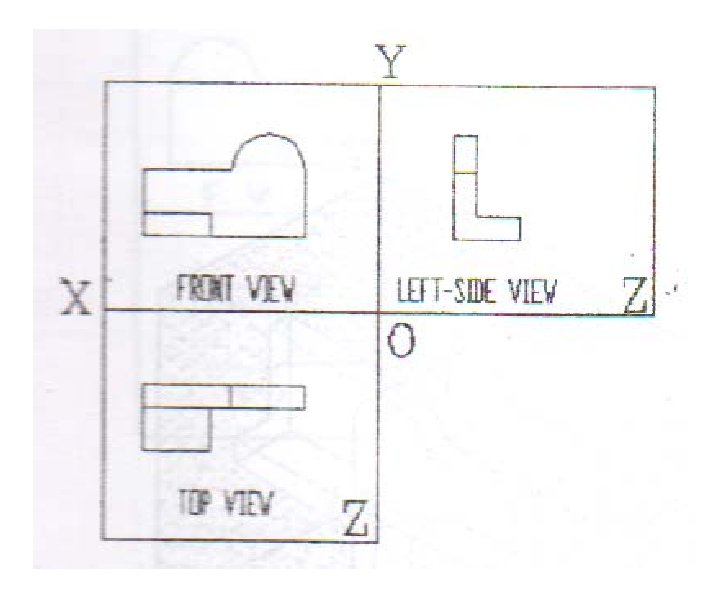
يختار المسقط الرأسي دائما من الوجه الأكثر تعبيرا عن شكل الجسم. ويحتوي المسقط الرأسي على كل المساحات (الحواف والأركان) التي يمكن رؤيتها من الأمام، بينما يحتوي المسقط الجانبي من اليسار كل المساحات التي يمكن رؤيتها من اليسار. أما المسقط الأفقي فيحتوي على كل المساحات التي يمكن رؤيتها من أعلى.

ويبين بسط الركن ثلاثي الأبعاد (شكل 7.14) ترتيب المساقط كما يلي:

- المسقط الجانبي من اليسار: يرسم دائما على اليمين بجوار المسقط الرأسي.
- المسقط الأفقي: يرسم دائما تحت المسقط الرأسي.

تتساوى المسافتان بين المسقط الرأسي وكل من المسقطين الجانبي والأفقي.

ويتضح من الشكل (7.14) أننا نستطيع الحصول على المسقط الجانبي من المسقط الرأسي إذا أدرنا الجسم بزاوية $90°$ إلى اليمين. ونستطيع الحصول على المسقط الأفقي من المسقط الرأسي إذا قلبنا الجسم بزاوية $90°$ إلى أسفل.



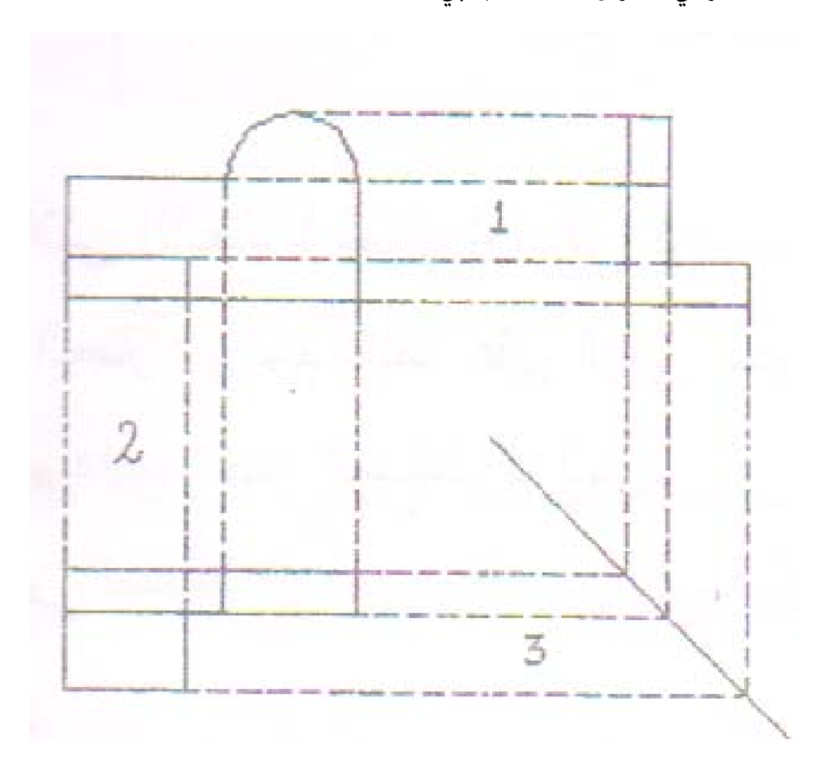
شكل 7.14

ويمكن استنتاج المسقط الناقص بمساعدة خطوط الإسقاط وخط الانعكاس بزاوية $45°$ (الشكل 7.15) كما ويمكن ملاحظة العلاقات التالية بين المساقط الثلاثة:

1- ارتفاع المسقط الرأسي = ارتفاع المسقط الجانبي

2- عرض المسقط الرأسي = عرض المسقط الجانبي

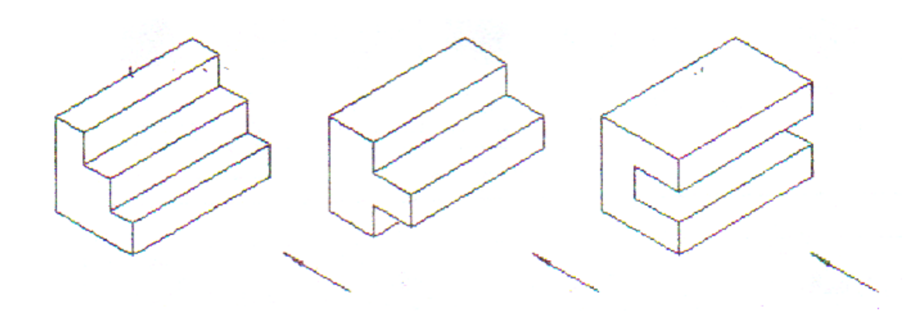
3- ارتفاع المسقط الرأسي = عرض المسقط الجانبي



شكل 7.15

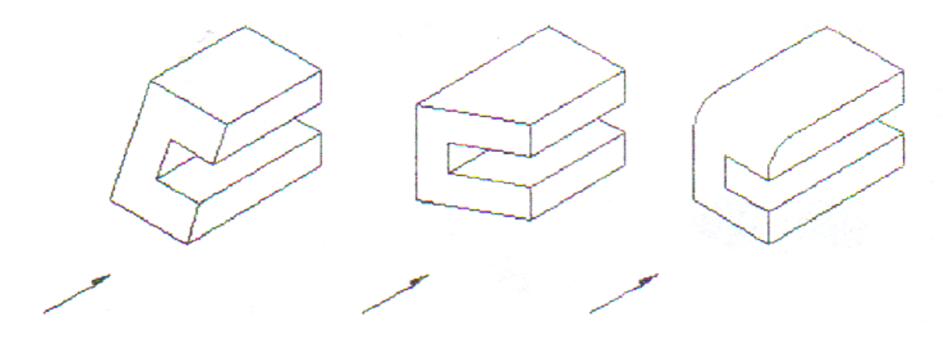
ويجب التذكير هنا إلى أنه هنالك عدد من الأجسام البسيطة التي لا تحتاج إلى ثلاثة مساقط. فالكرة مثلا يكفي لتمثيلها بوضوح مسقط واحد. ويكفي لتمثيل الأسطوانة مسقطان، كما أن هنالك حالات أخرى يكتفي بمسقطين فقط لأن المسقط الثالث لا يعطي أية تفاصيل إضافية مفيدة.

وهنالك حالات معينة لأجسام لها نفس المسقط الأمامي في حين تختلف المساقط الأخرى لها (الشكل 7.16)



شكل 7.16

وأجسام مختلفة لها نفس المسقط الجانبي (الشكل 7.17)

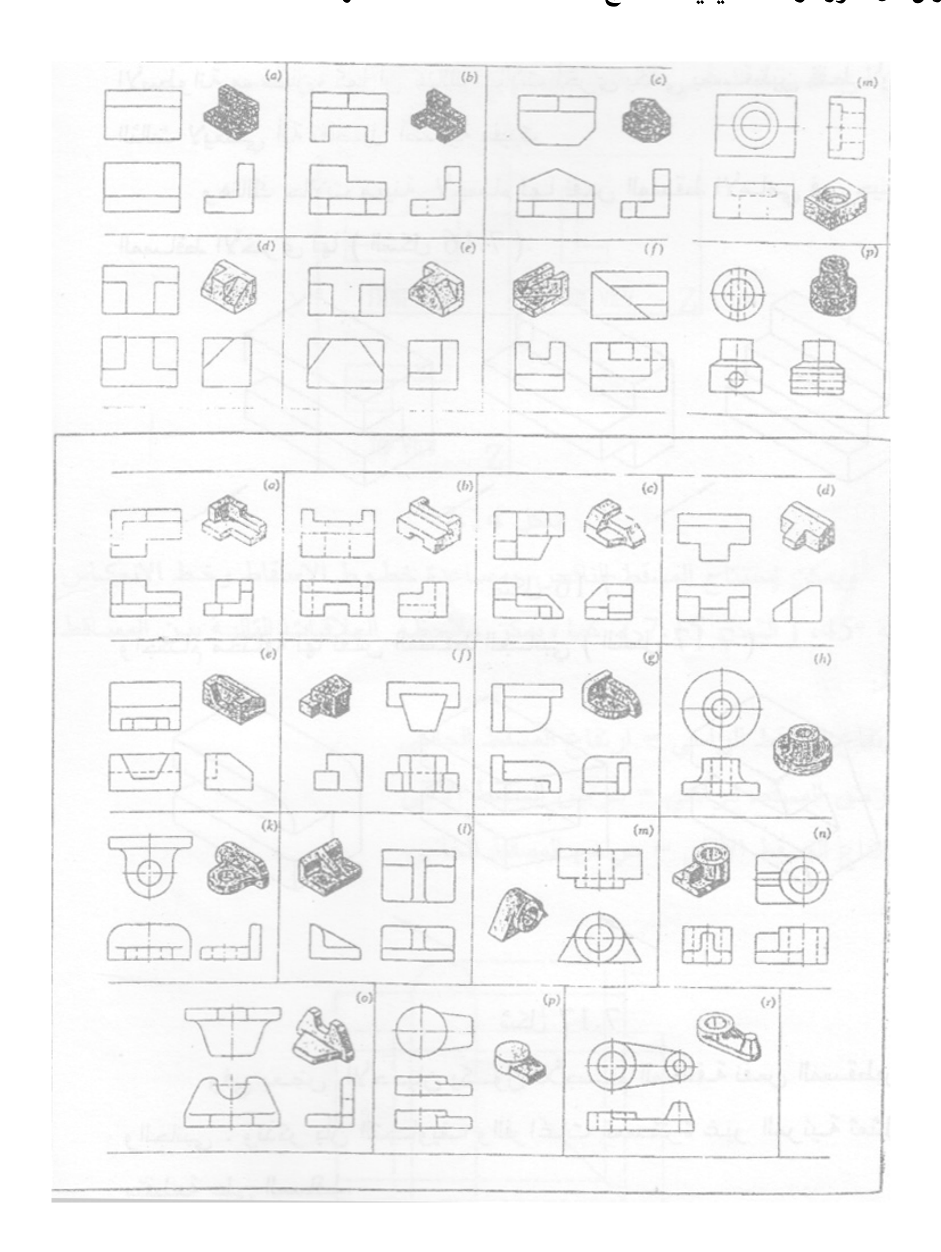


شكل 7.17

وفي بعض الأحيان يكون للأجسام المختلفة نفس المسقطين الأمامي والجانبي. ونذكر بأن التجاويف والفراغات المستترة غير المرئية تمثل بخطوط متقطعة على المساقط.

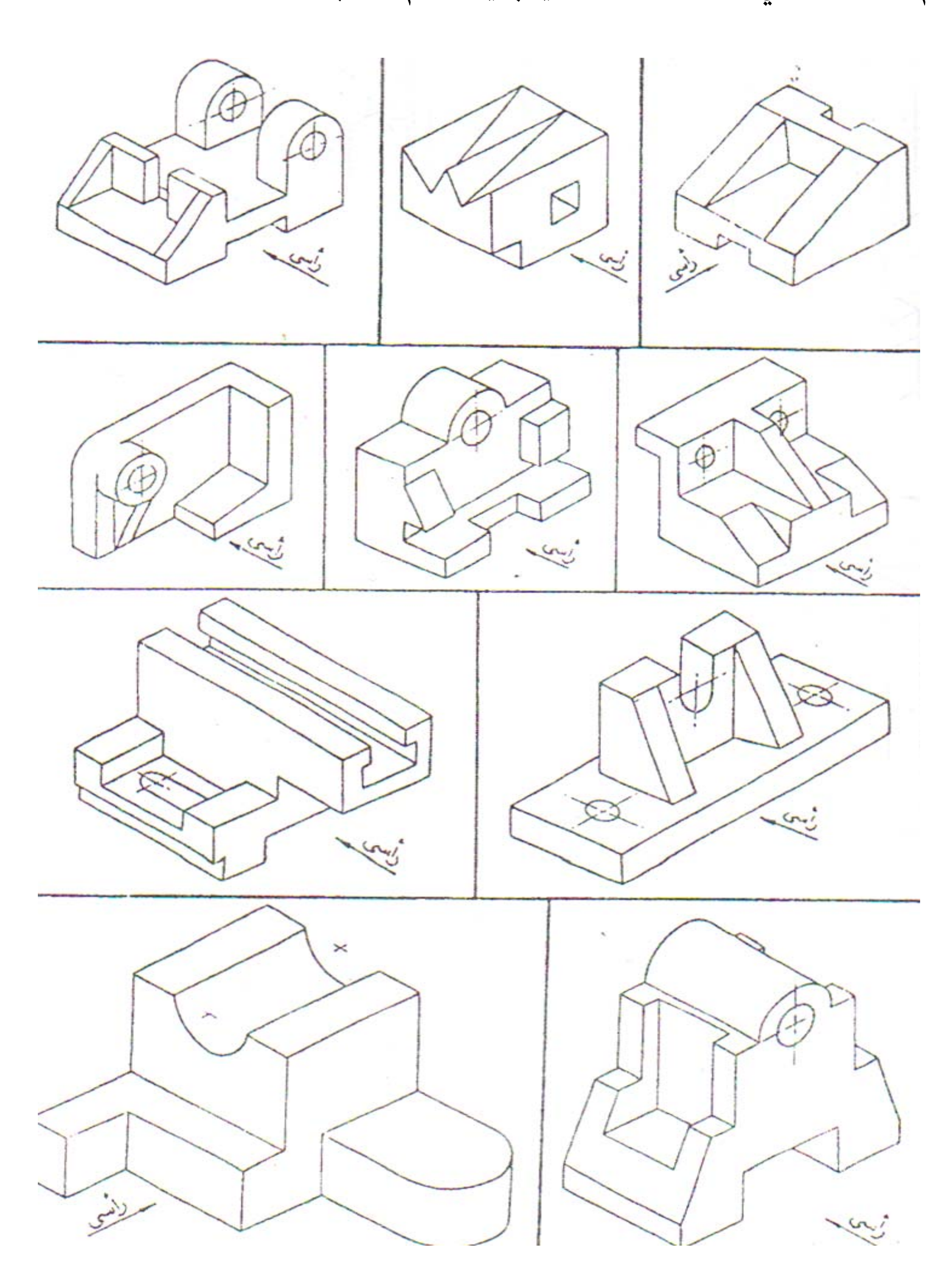
تمرين

ادرس كل صورة ولاحظ كيفية استنتاج المساقط المتعددة الثلاثة لها.



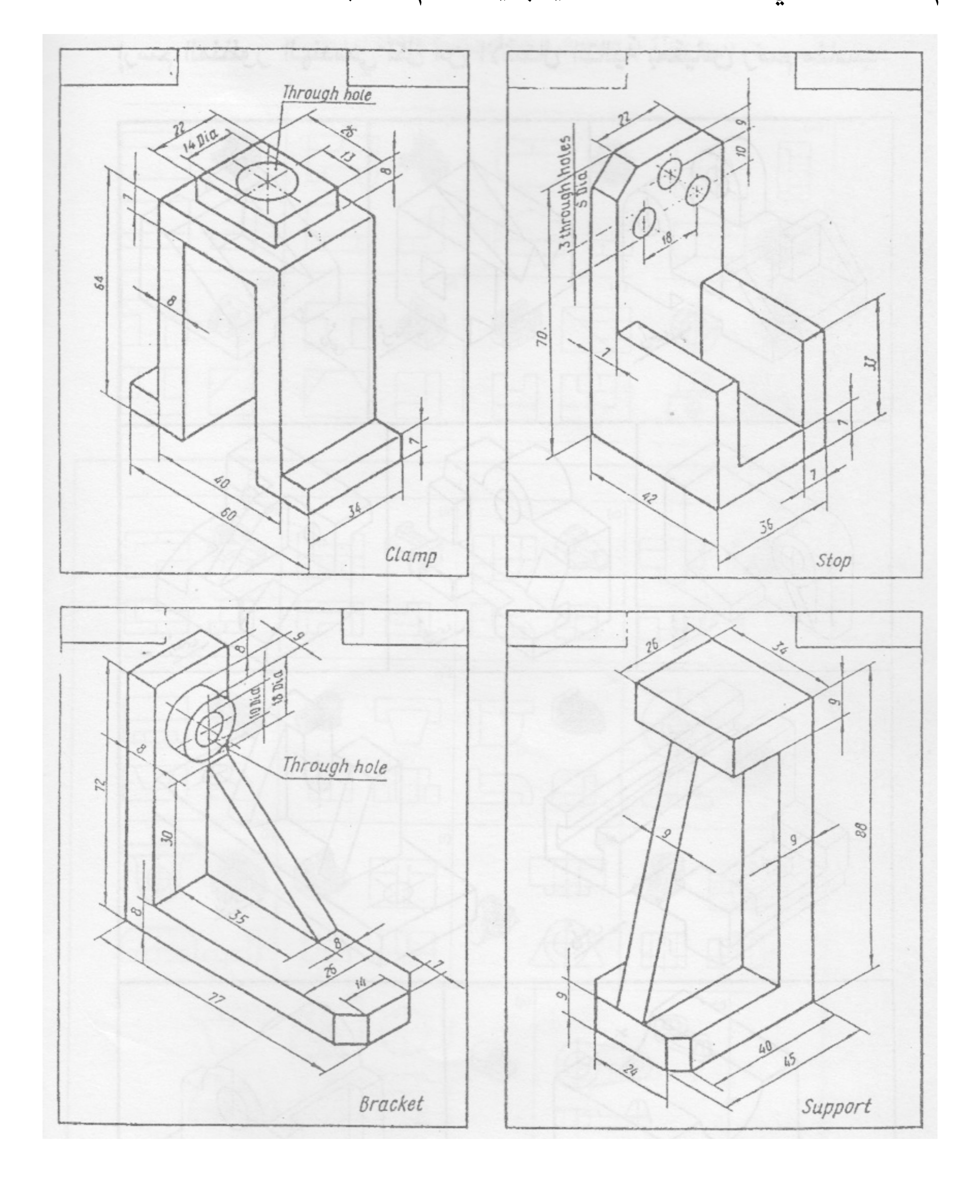
تطبيقات

ارسم المنظور الهندسي لكل من الأشكال التالية بمقياس رسم مناسب



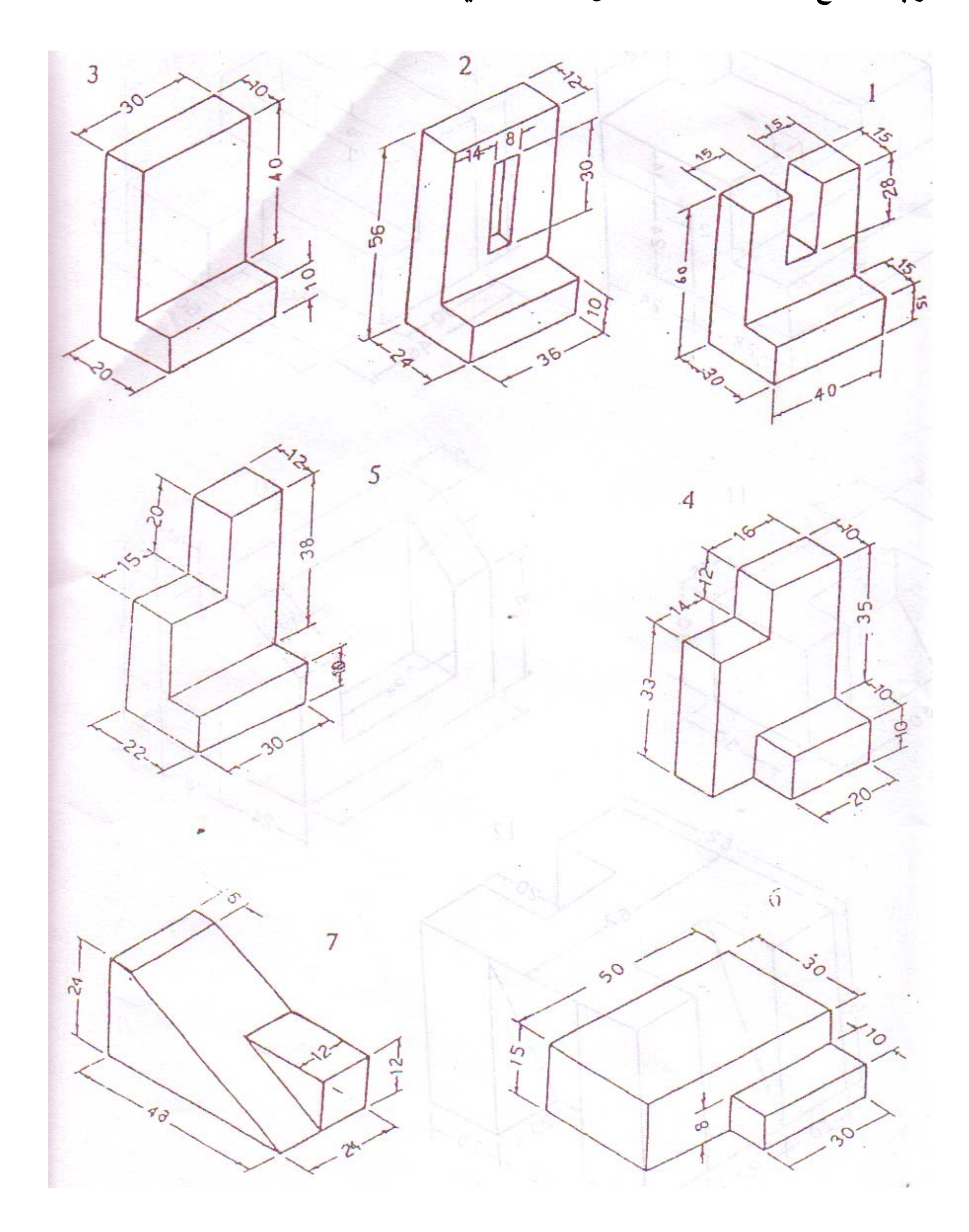
تطبيقات

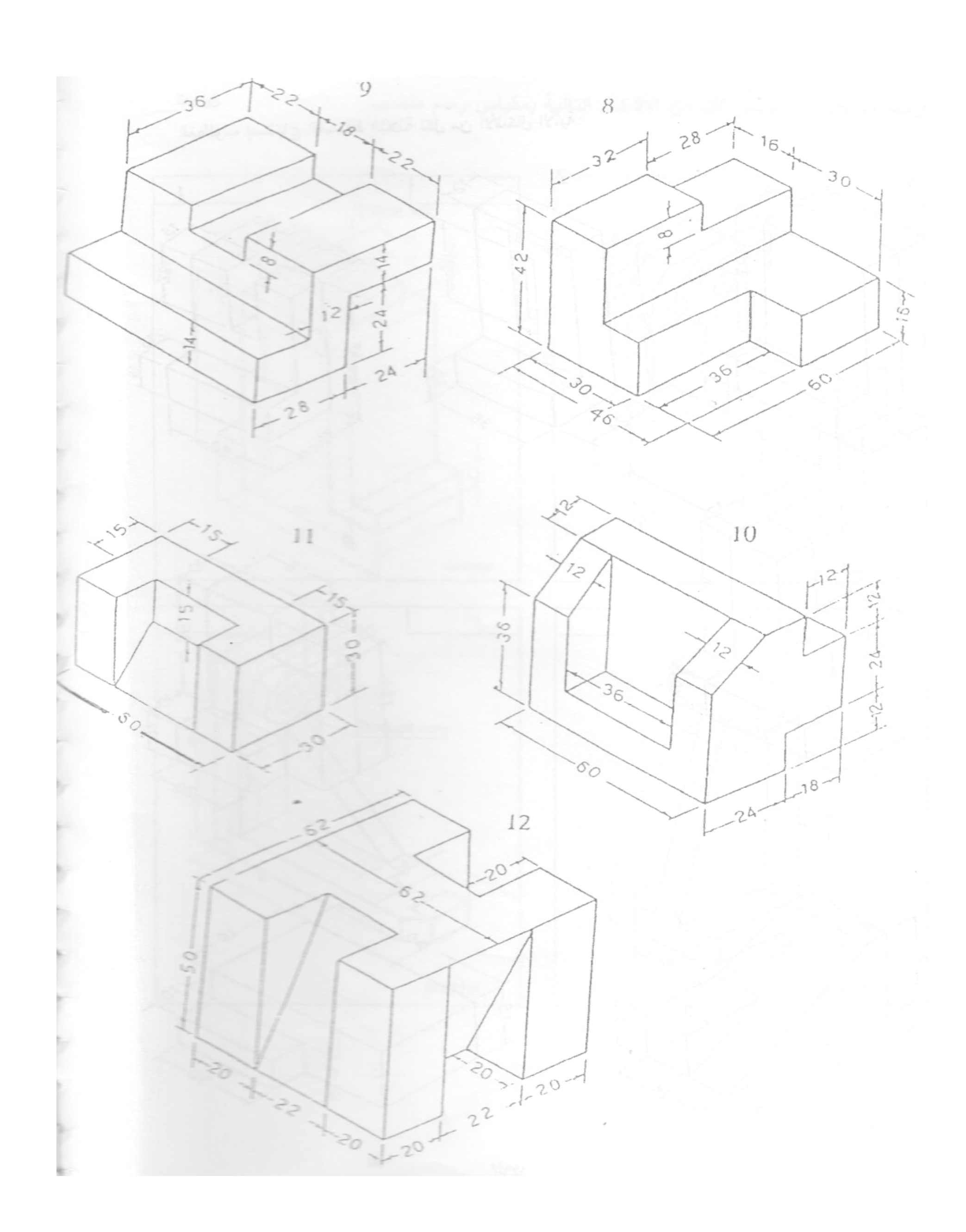
ارسم المنظور الهندسي لكل من الأشكال التالية بمقياس رسم مناسب



تمرين

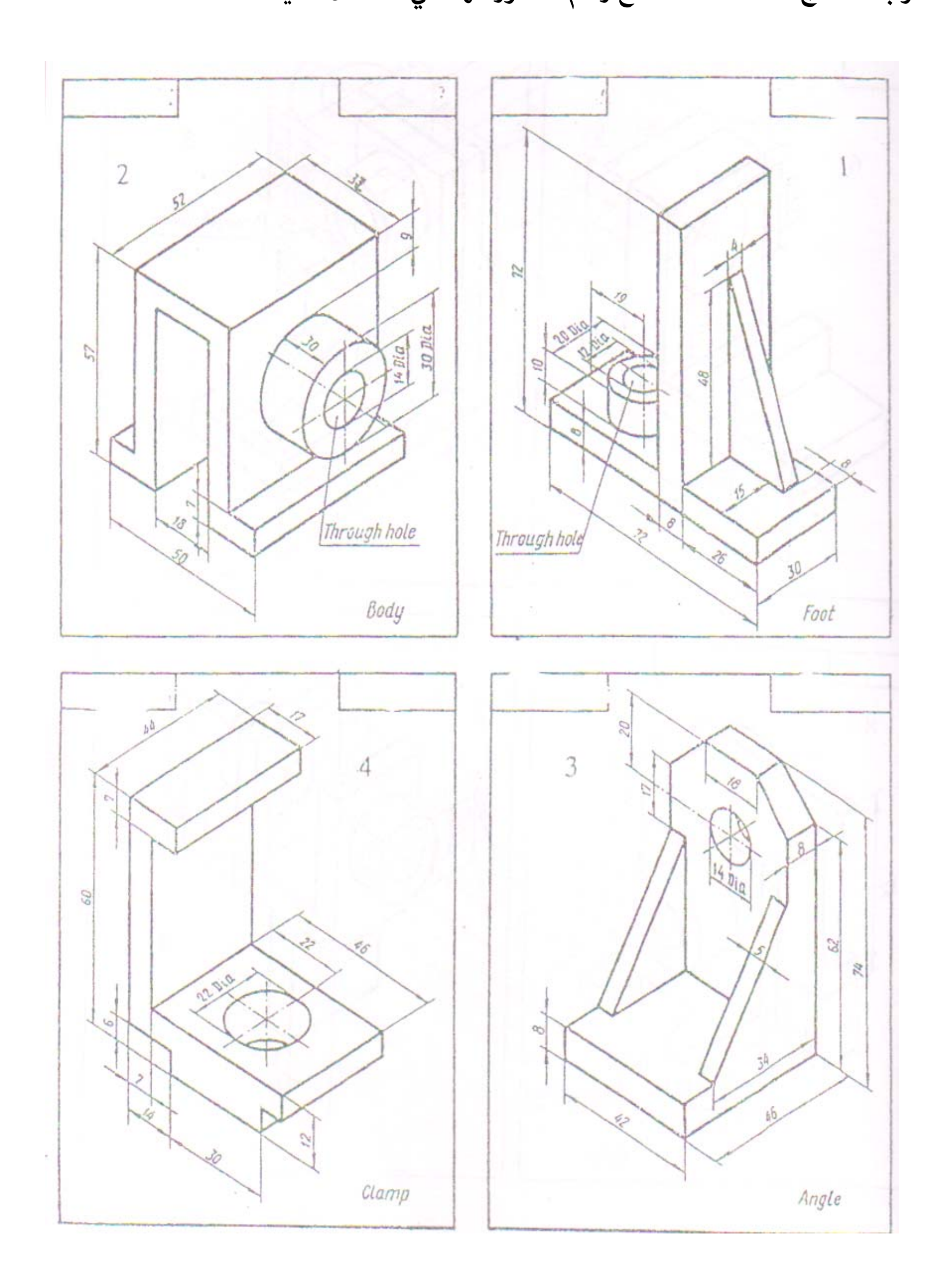
المطلوب استنتاج المساقط الثلاثة لكل من الأشكال الآتية:

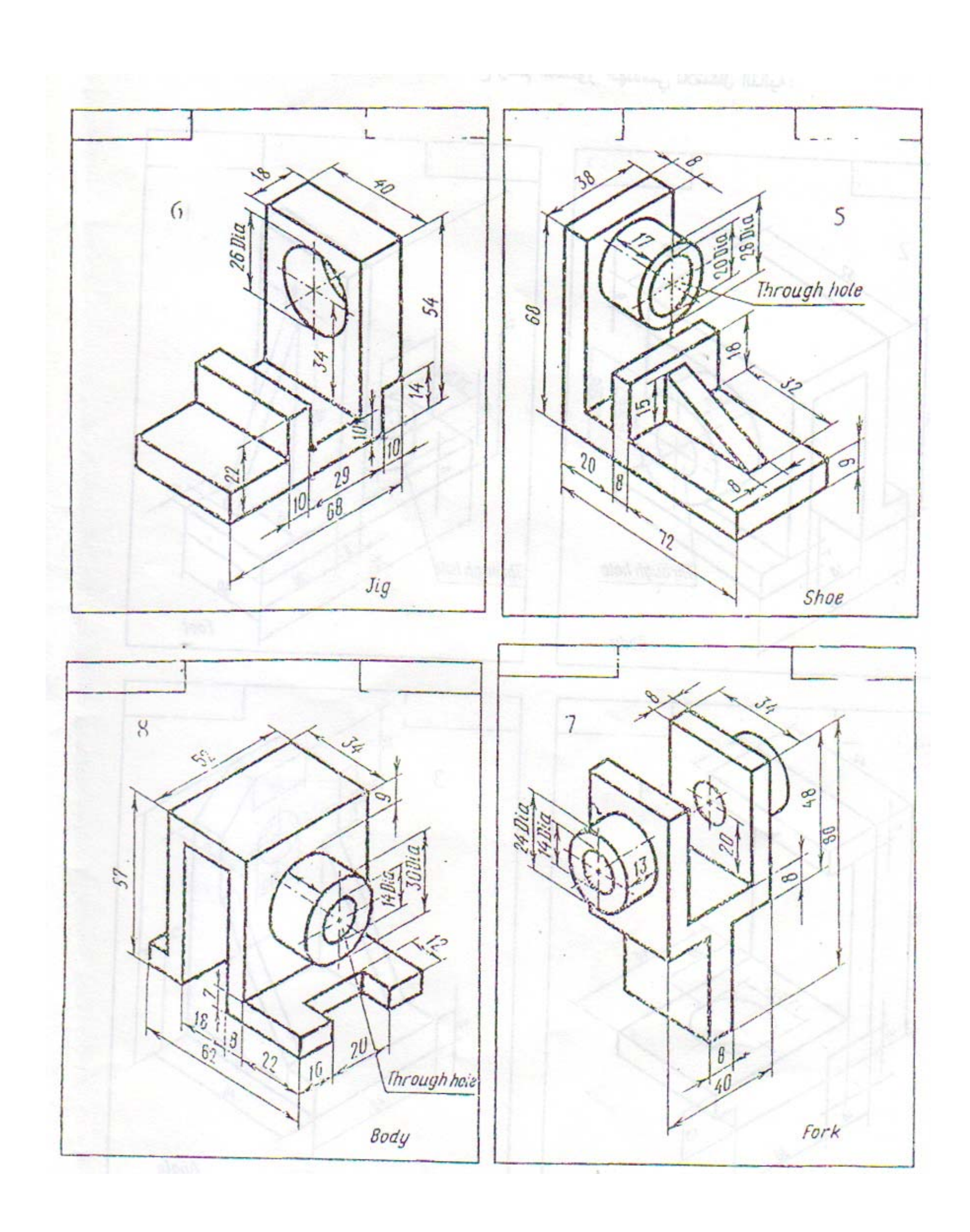


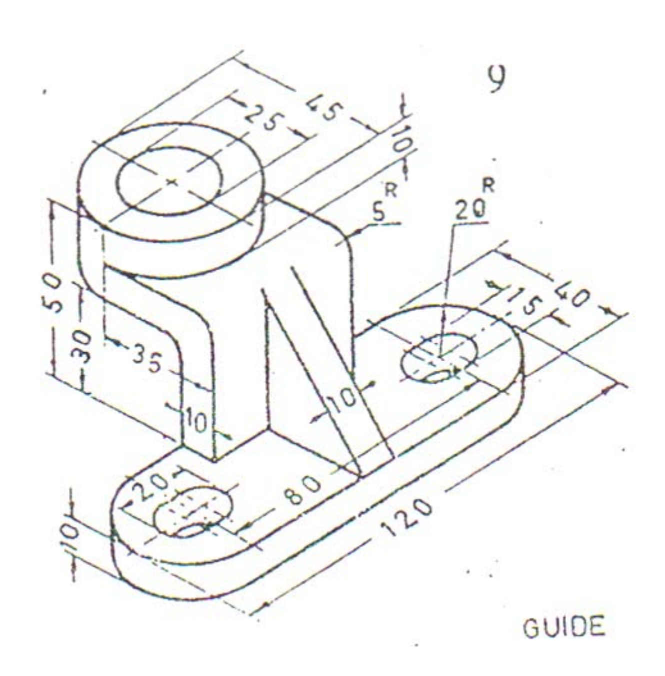

9
8
11
10
12

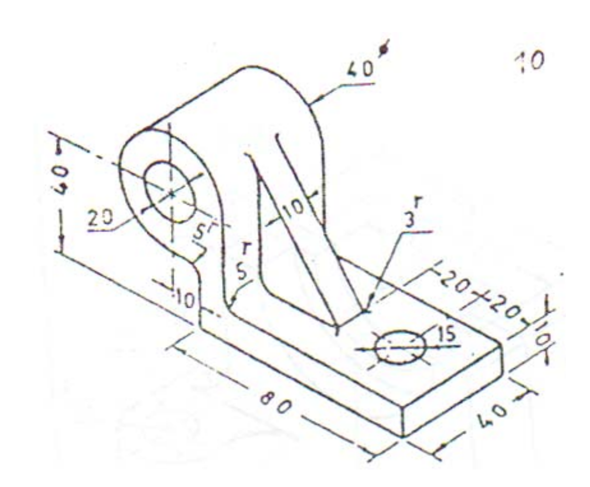
تمرين

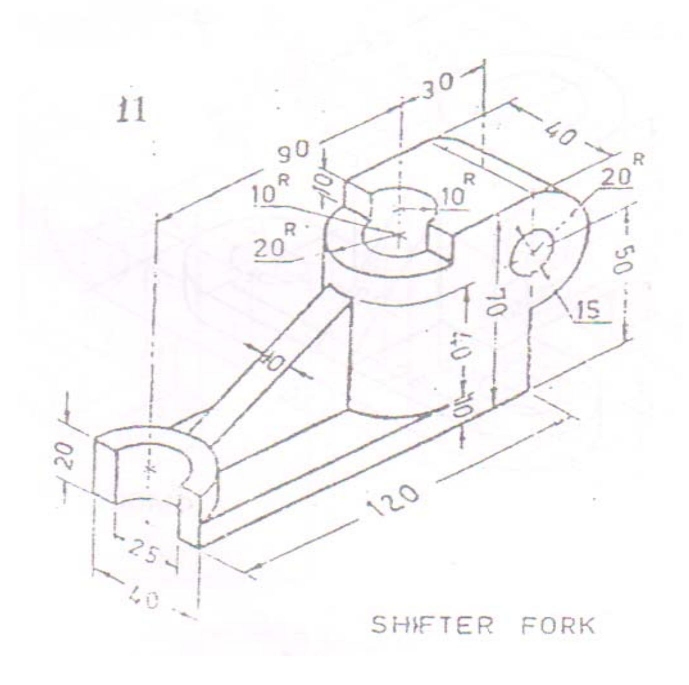
المطلوب استنتاج المساقط الثلاثة مع رسم المنظور الهندسي الأشكال الآتية:

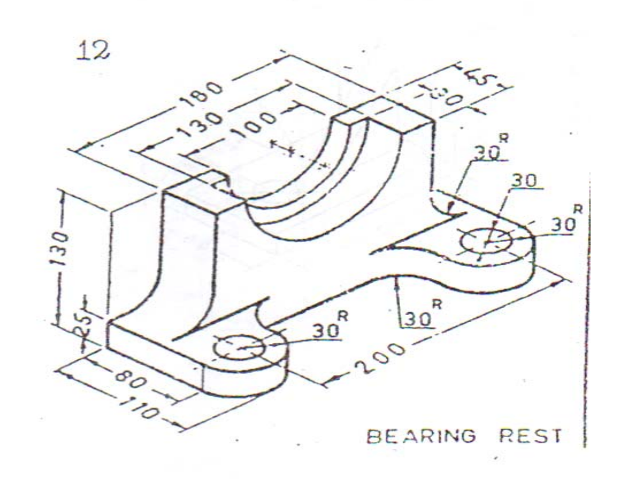



6
18
40
26 Dia
54
34
14
10
10
22
29
10
68
Jig
5
38
8
17
20 Dia
28 Dia
Through hole
60
18
32
15
20
8
8
9
72
Shoe
8
52
34
9
57
14 Dia
30 Dia
12
7
18
8
62
22
10
20
Through hole
Body
7
8
34
24 Dia
14 Dia
13
20
48
80
8
8
40
Fork


9
45
25
10
5R
20R
40
15
50
30
35
10
10
20
80
120
10
GUIDE


40
10
40
20
5
5
10
3
20
20
15
10
80
40


11
30
90
40
20R
10R
10
10R
20R
50
70
15
40
40
10
20
120
25
40
SHIFTER FORK

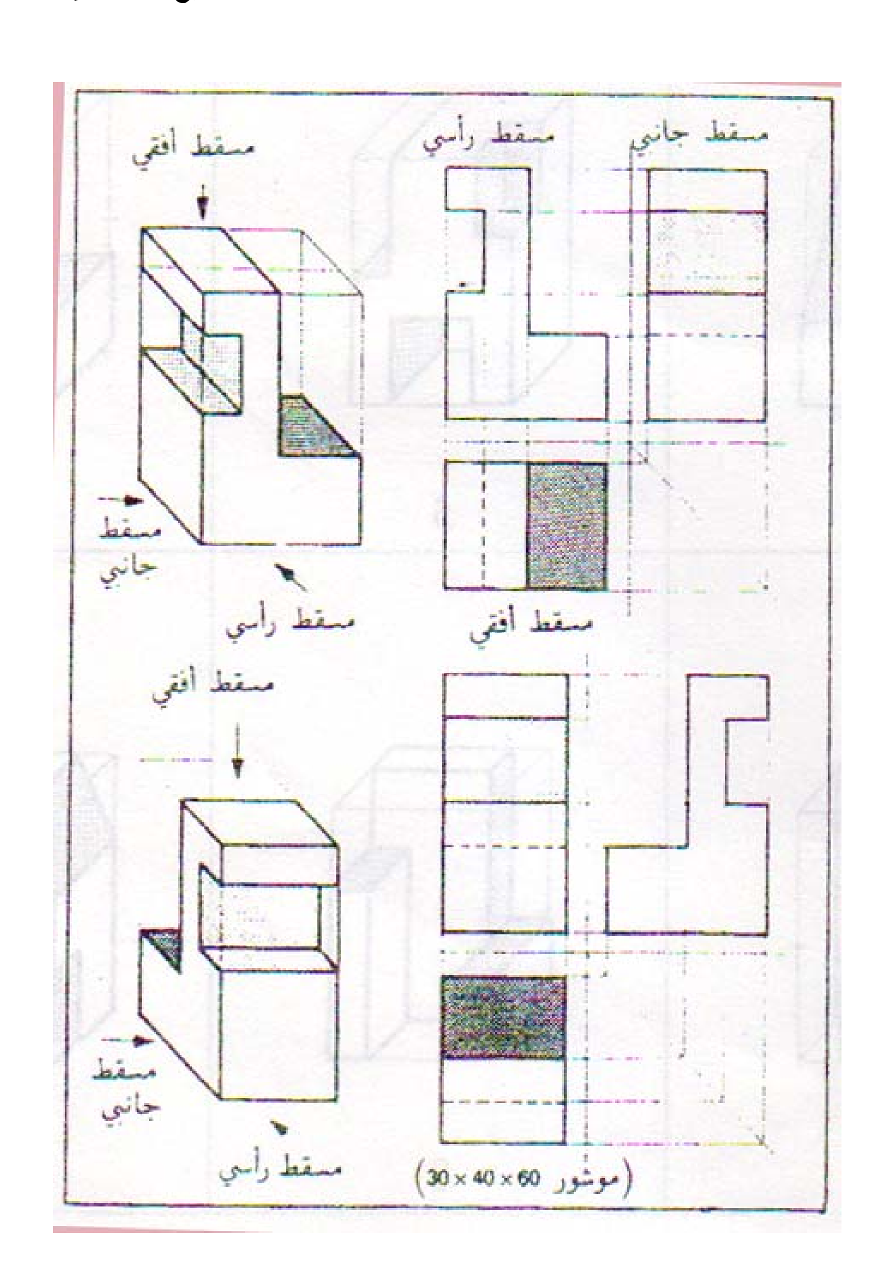

12
180
130
100
65
30
30R
30
30R
130
25
30R
30R
200
80
110
BEARING REST

تمارين

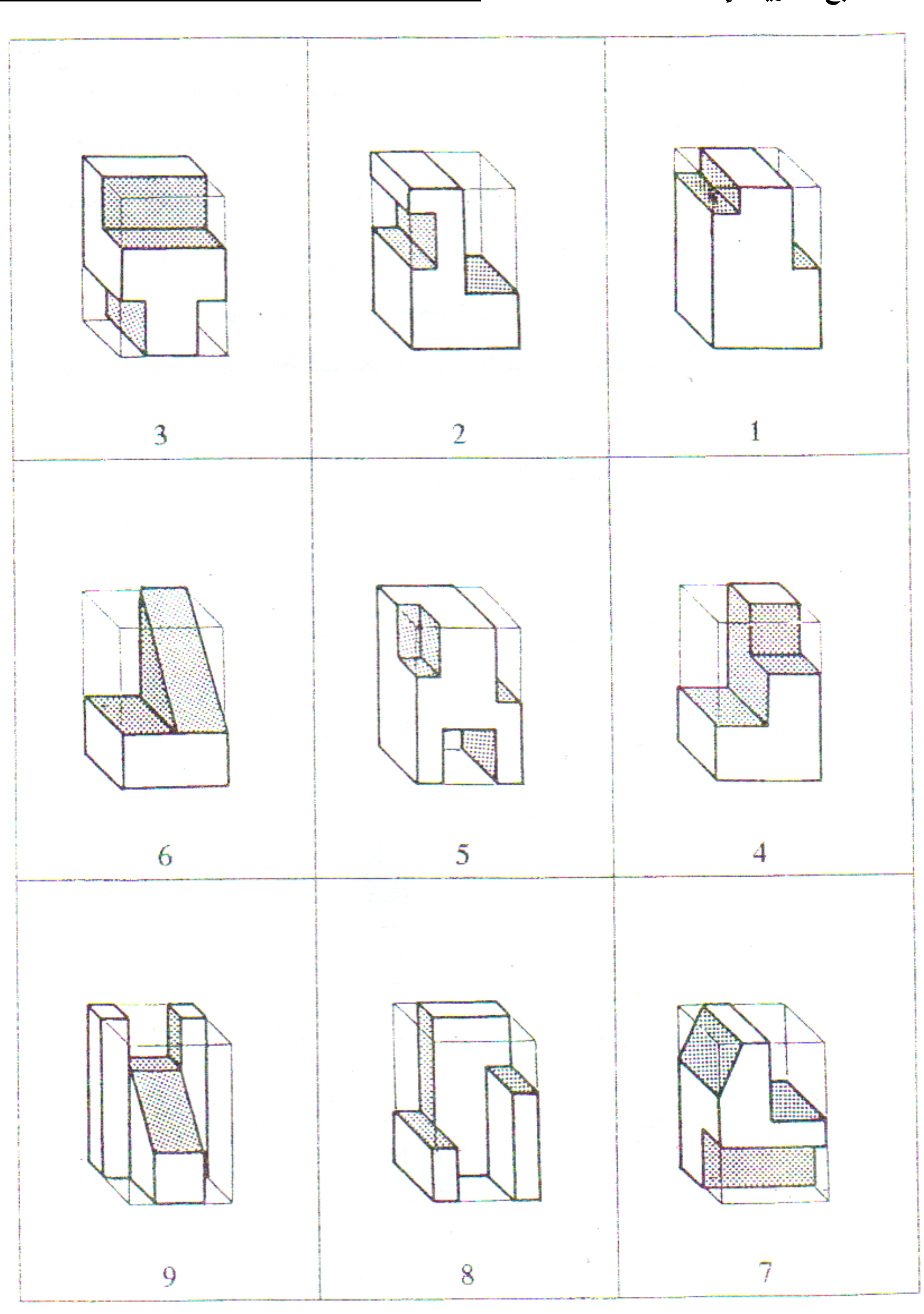
ارسم الأجسام الموضحة أدناه في وضعين مختلفين اختياريين مبينا شكل المنظور والمساقط الثلاثة في كل حالة. ويوضح الرسم أدناه الحل للشكل رقم 2، ويلاحظ أن الأجسام المغلقة (الكاملة) عبارة عن موشورات أبعادها 30 x 40 x 60 mm.

وترسم الأشكال على ورق مربعات – حيث يرسم الجسم أولا باعتباره كاملا – بخطوط رفيعة ثم يوقع التجويف الأول بعد ذلك على المساقط الثلاثة ويليه التجويف الثاني. وعلى الطالب اختيار أبعاد الأجزاء المقطوعة من الموشور لتلائم الشكل الموضح بالرسم.

يمكن تنويع التمارين بإدارة المنظور 90° ناحية اليمين أو اليسار ثم ترسم المسقاط الثلاثة.



الحل للشكل رقم 2



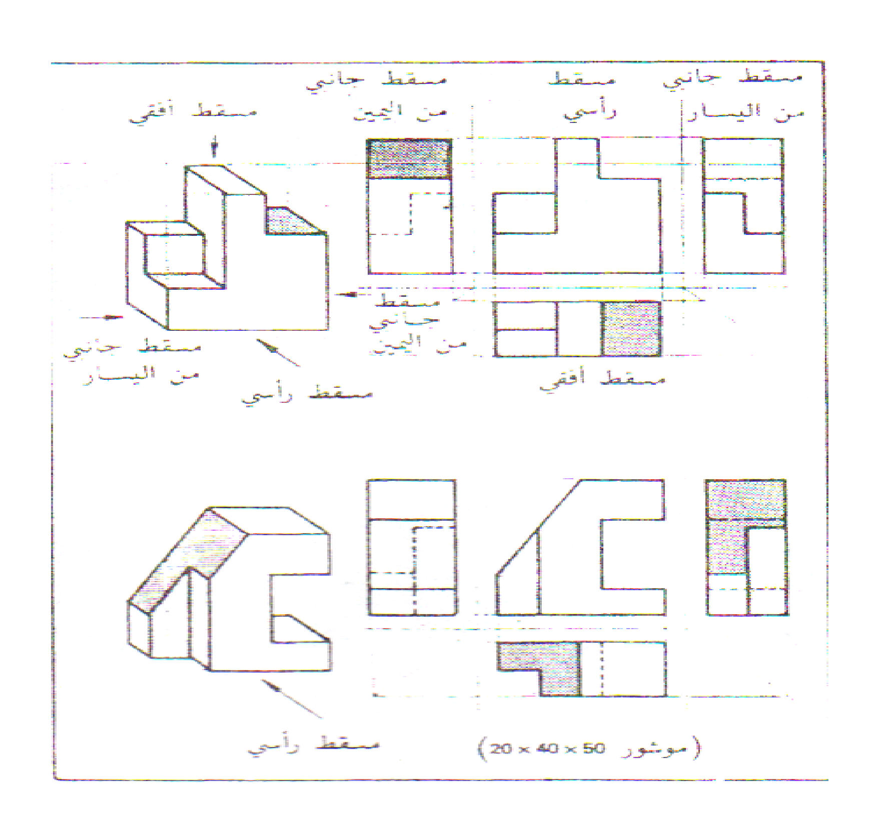
3
2
1
6
5
4
9
8
7

تمارين

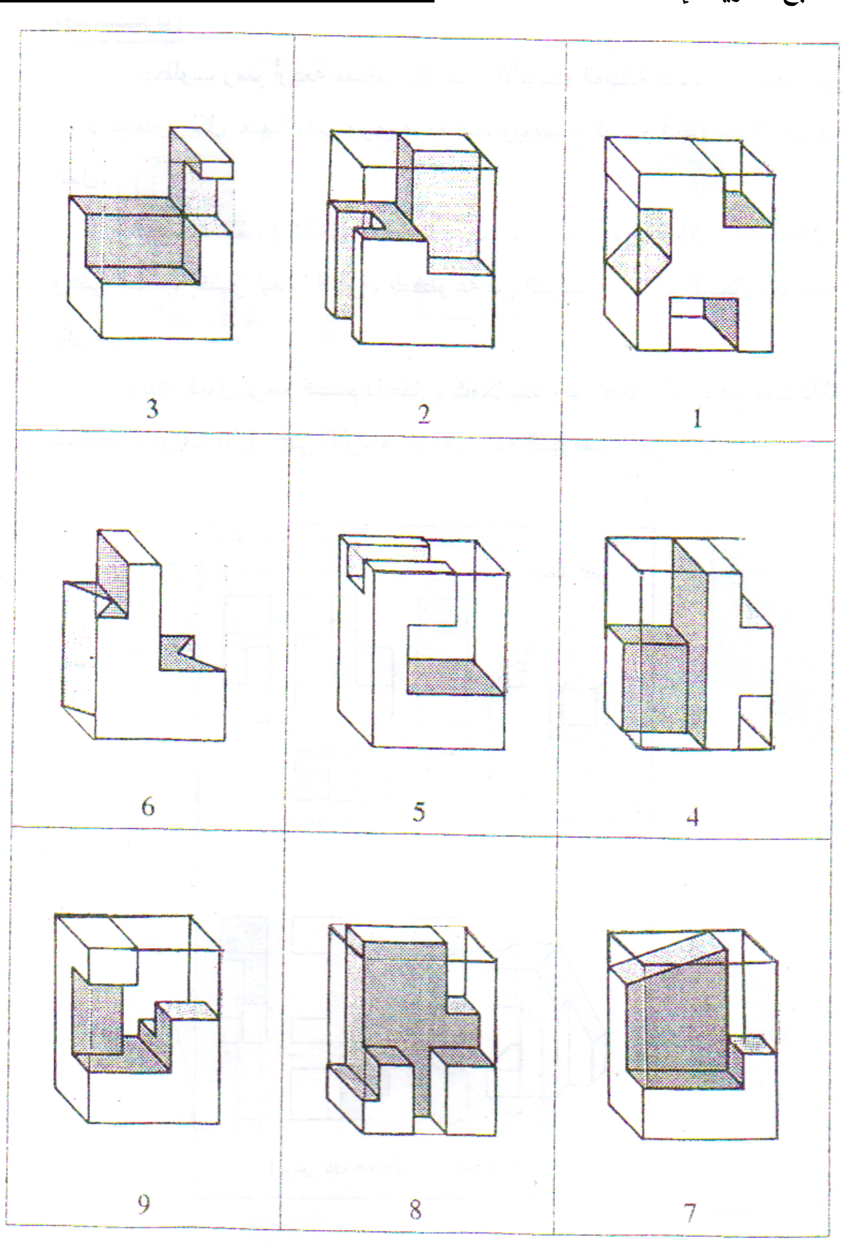
المطلوب رسم أربعة مساقط لكل من الأجسام المبينة أدناه بالإضافة إلى رسم المنظور لكل منها على ورق مربعات. ويوضح الرسم أدناه مثالا لطريقة الحل.

الجسم المغلف (الكامل) عبارة عن موشور أبعاد 20 x 40 x 50 mm. وعلى الطالب اختيار أبعاد الأجزاء المقطوعة من الموشور لتلائم الشكل الموضح بالرسم.

ويبدأ العمل برسم الجسم باعتباره كاملا بخطوط رفيعة. ثم توقع بعد ذلك خطوط التجويف الأول على الأربعة مساقط ويليه التجويف الثاني وهكذا.



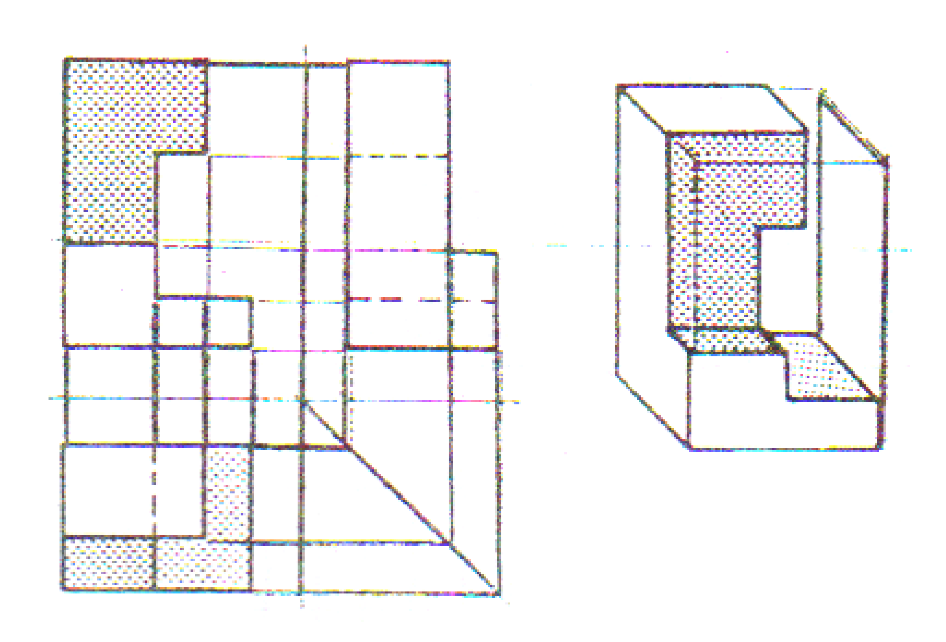
مثال محلول



3
2
1
6
5
4
9
8
7

تمارين

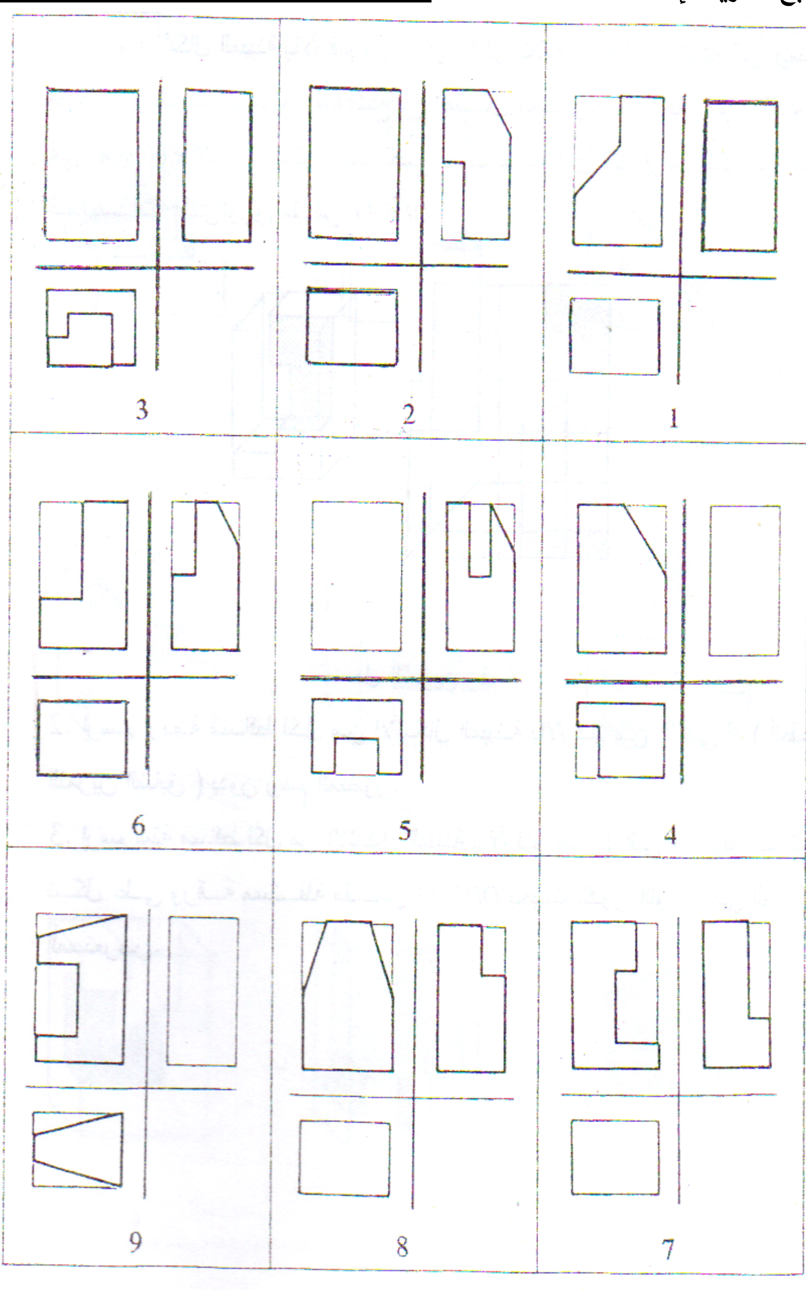
1- ارسم الأشكال المبينة بالأرقام من 1 إلى 9 في ثلاثة مساقط بالإضافة إلى رسم المنظور وذلك حسب ما هو موضح في المثال المبين. أبعاد الموشور الكامل هي: 30 x 40 x 60 mm اختر أبعاد القطع حسب ما يتراءى لك. ارسم اثنين من هذه التمرينات على ورق مقاس DIN A4.



حل التمرين رقم 7

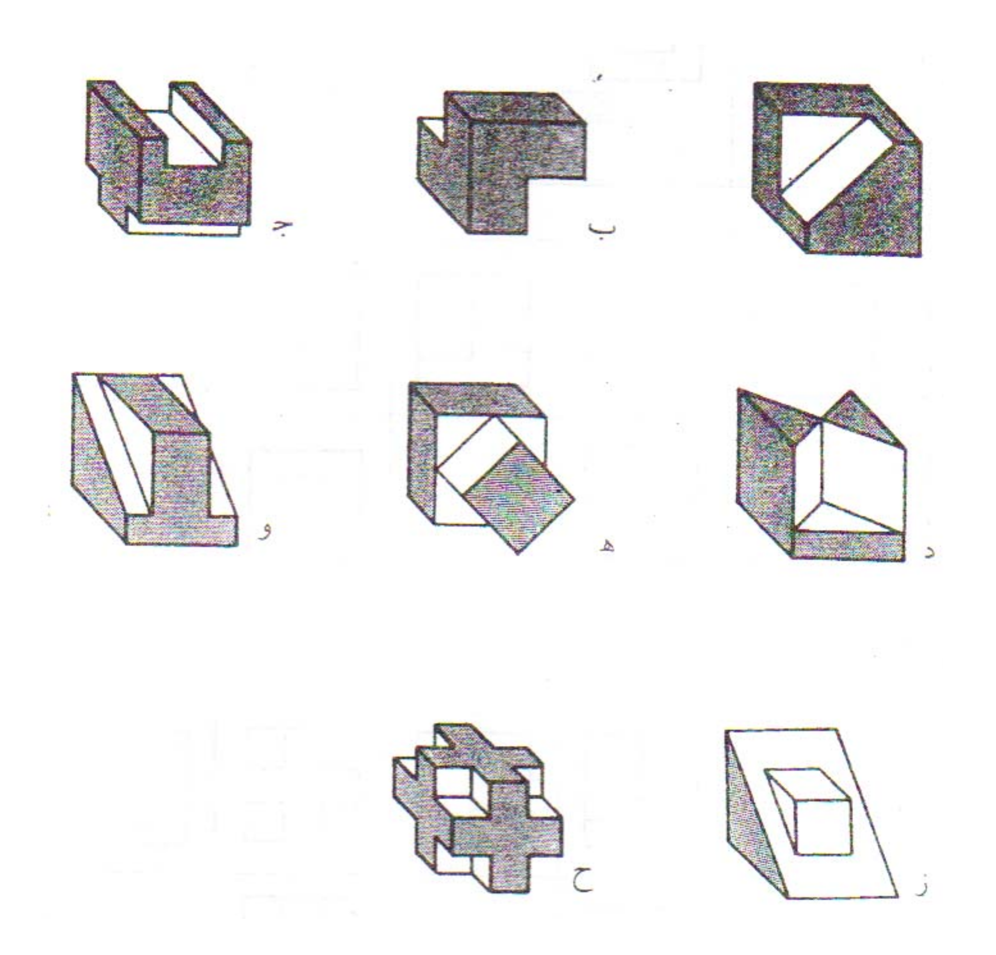
2- ارسم أربعة مساقط لكل من الأشكال المبينة بالأرقام من 1 إلى 9 (انظر التمرين السابق) بدون رسم المنظور.

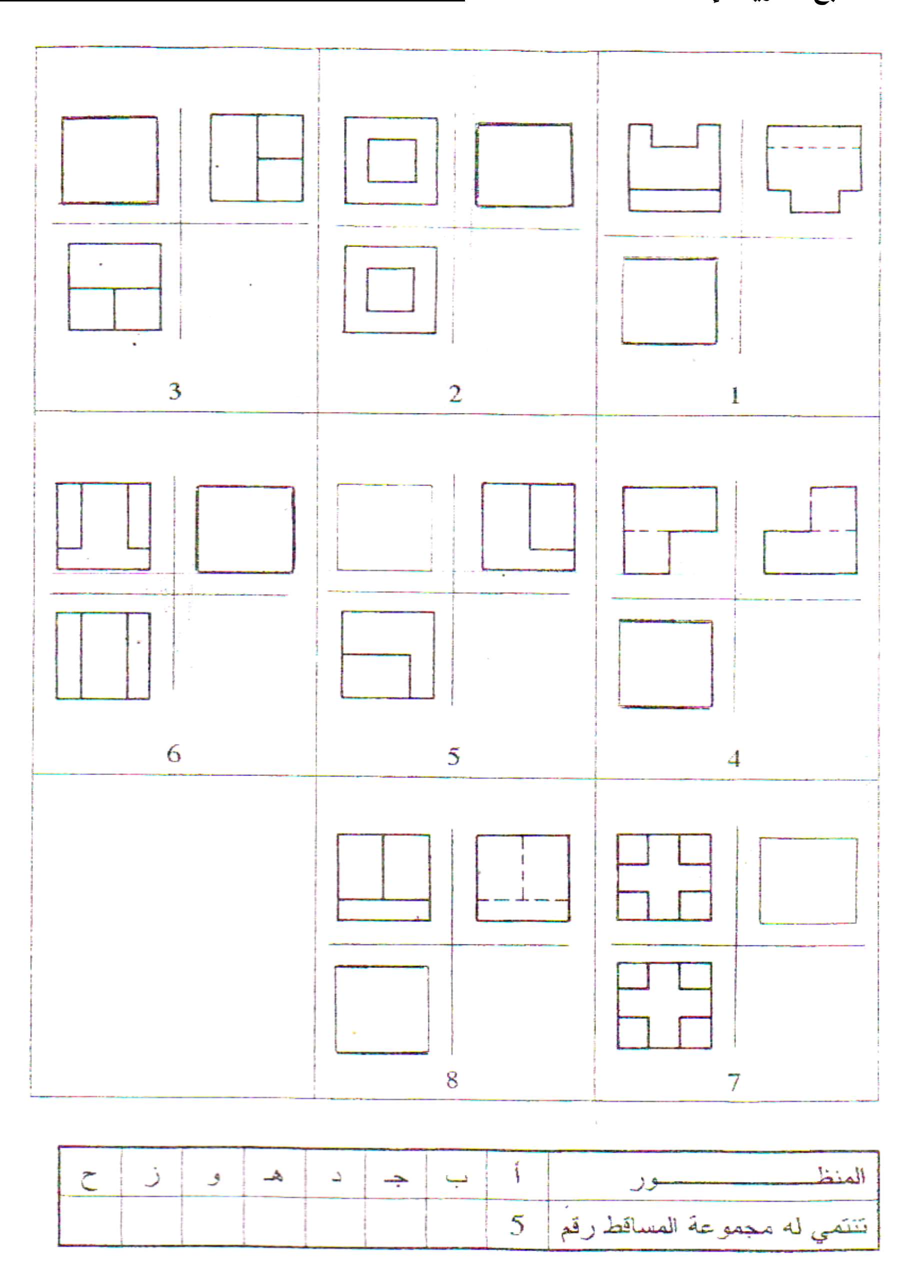
3- ارسم ستة مساقط لكل من الأشكال المبينة بالأرقام من 1 إلى 9. ويرسم كل شكل على ورقة مستقلة مقاس DIN A4 بحيث تكون اللوحة في الوضع المستعرض.


3
2
1
6
5
4
9
8
7

تمارين

حدد المنظور المناظر لكل من المساقط بالأرقام من 1 إلى 9. ثم أكمل رسـم المسـقط النـاقص. دون الإجابة بجدول كالـذي في أسـفل الصـفحة. ولتوضـيح ذلـك فإنـه بالنسـبة للمنظـور (أ) نجـد أن المسـاقط المنتمية له هي المجموعة رقم 5.

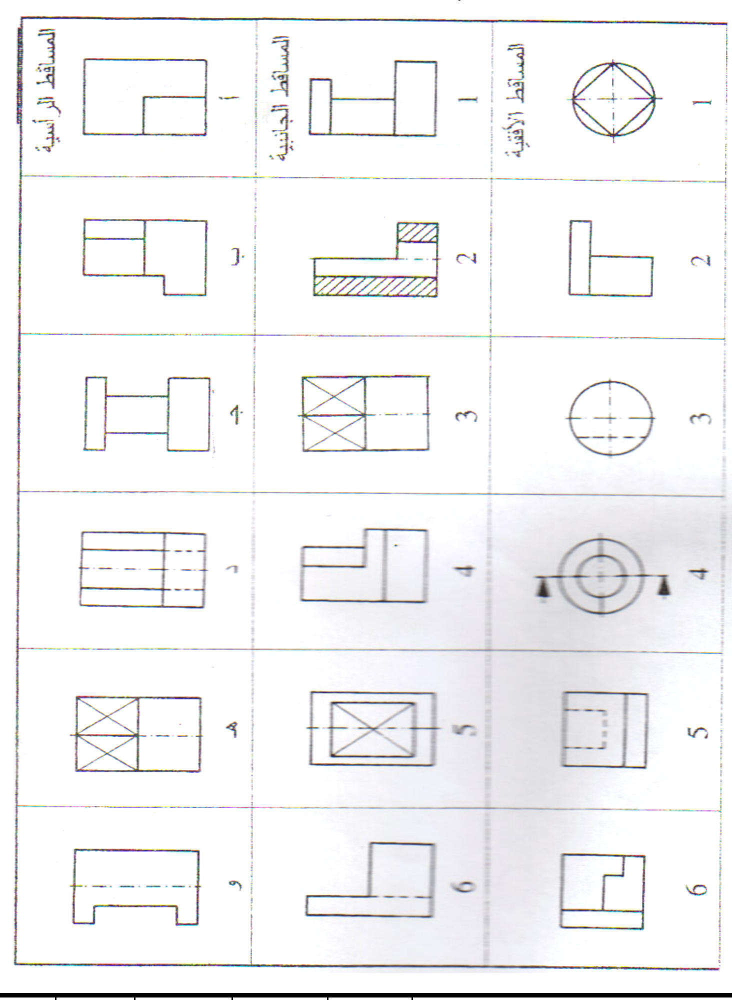




المنظـــــــــــــــور	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز	ح
تنتمي له مجموعة المساقط رقم	5							

تمارين

رتب المساقط المنتمية البعض دون الإجابة بالجدول أسفل الصفحة



المسقط الرأسي	أ	ب	جـ	د	هـ	و
ينتمي له المسقط الجانبي	6					
وينتمي له المسقط الأفقي	2					

الفصل الثامن

القطاعات SECTIONS

الفصل الثامن

القطاعات SECTIONS

8.1 القطاعات SECTIONS

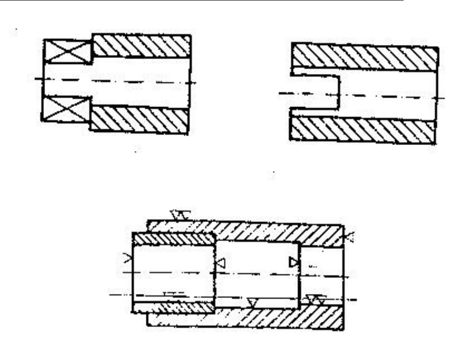
ذكرنا فيما سبق أنه عند رسم المساقط العمودية لجسم فإن الأجزاء الظاهرة منه تمثل بخطوط متقطعة. وفي بعض الحالات تسبب كثرة هذه الخطوط بعض الغموض عند تخيل أشكال الأجزاء المختفية من الجسم، بل قد تؤدي إلى إعطاء فكرة خاطئة عن الشكل الحقيقي له. لذلك عندما تحتوي المشغولات على أجزاء هامة في الداخل فيجب توضيحها بقطاعات لإظهار التفاصيل الداخلية ولإظهار شكل الجسم بوضوح أكبر. ويتم ذلك بأن نتخيل قطع المشغولة بمستويات مختلفة وإزالة الأجزاء المقطوعة عنها، ثم رسمها كما لو قد أزيل الجزء الأمامي عنها مما يساعد على فهم تفاصيل الأجزاء الباقية من الجسم.

8.2 أنواع القطاعات TYPES OF SECTIONS

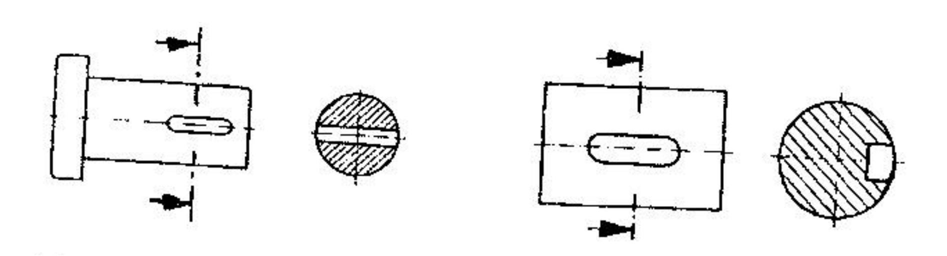
تفرق المواصفات (DIN6) بين القطاع الكامل والقطاع النصفي والقطاع الجزئي، طبقا لمدى القطاع وموضعه.

8.2.1 القطاع الكامل

وينتج عادة (وفي أبسط صوره) من تقاطع مستوى القطع من قطعه الشغل في اتجاه خط المنتصف الطولي، (الشكل 8.1) أو الاتجاه العمودي عليه، (الشكل 8.2).



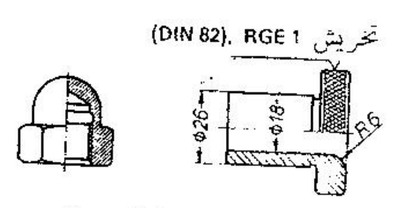
شكل 8.1 قطاع كامل في اتجاه خط المحور الطولي



شكل 8.2 قطاع كامل في اتجاه عمودي على خط المحور الطولي

8.2.2 القطاع النصفي

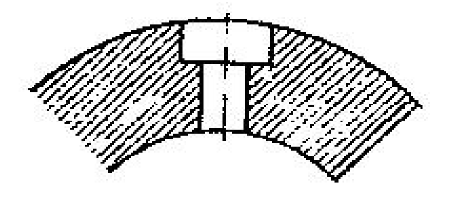
ويرسم عندما يراد إظهار الأجزاء الخارجية والداخلية لقطع الشغل المتماثلة، أو لتوفير المجهود المبذول في الرسم. ويفضل رسم القطاع النصفي أسفل خط المنتصف للمساقط الأفقية، وإلى يمين خط المنتصف للمساقط الرأسية. ويكون خط المنتصف هو الخط الفاصل بين المسقط والقطاع (الشكل 8.3).



شكل 8.3 قطاع نصفي

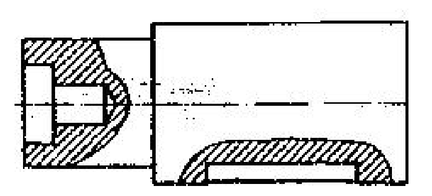
8.2.3 القطاع الجزئي

ويسمى كذلك جزء قطاع عندما يراد إظهار بعض التفاصيل بالمقطع (شكل 8.4).



شكل 8.4 قطاع جزئي

كـما يسـتخدم الكسرـ كقطـاع جـزئي لإظهـار الثقـوب والشـقوب والانحسـارات أو التجـاويف في المشغولات التي لا يجوز تمثيلها بالمقاطع (شكل 8.5). ويراعى أن لا تقع حافة الكسر (المرسومة بخط رفيع يدوي) على إحدى حواف الجسم نفسه.

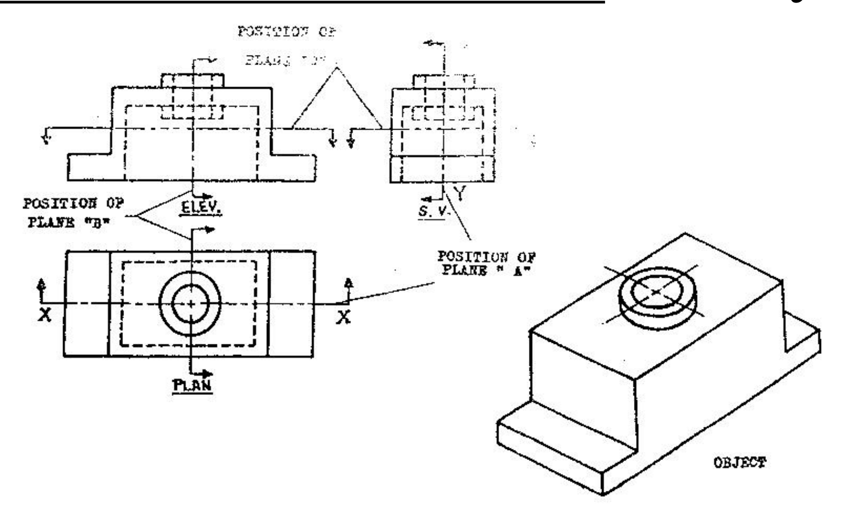


شكل 8.5 قطاع جزئي (كسر)

8.3 مساقط القطاعات SECTIONAL VIEWS

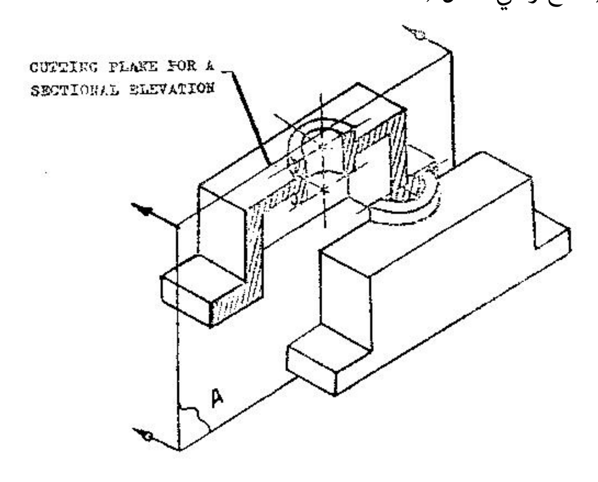
لرسم مسقط القطاع الكامل لجسـم في أحـد مسـتويات الأسـقاط الرئيسـية (الـرأسي أو الأفقـي أو الجانبي) نتخيل قطـع الجسـم بمسـتوى مـواز لمسـتوى الأسـقاط ويسـمى هـذا المسـتوى بمسـتوى القطـع (Cutting plane) وهو مستوى وهمي.

ولتوضيح ذلك نعتبر الجسم المبين في (الشكل 8.6) بمنظوره الهندسي ومساقطه الثلاثة:



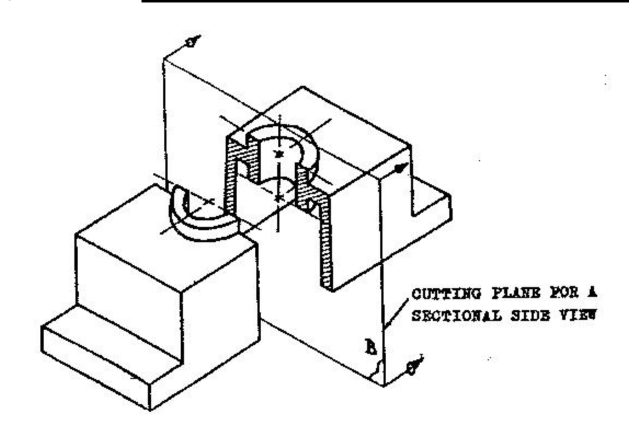
شكل 8.6

فإذا كان مستوى القطع موازيا للمستوى الرأسي كما في (الشكل 8.7) فإن مسقط القطاع النـاتج في هذا المستوى يسمى (قطاع رأسي كامل (Sectional Elevation.



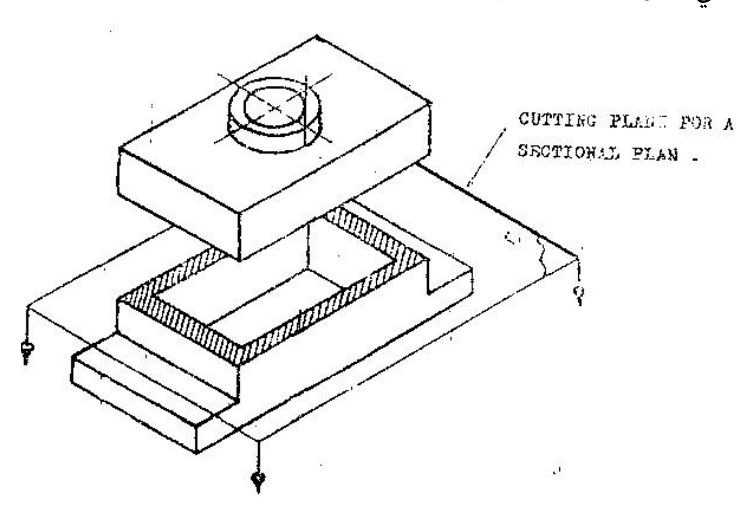
شكل 8.7

وإذا كان مستوى القطع موازياً للمستوى الجانبي كما في الشكل (الشكل 8.8) فإن مسقط القطـاع الناتج فيه يسمى (قطاع جانبي كامل Sectional Side View).



شكل 8.8

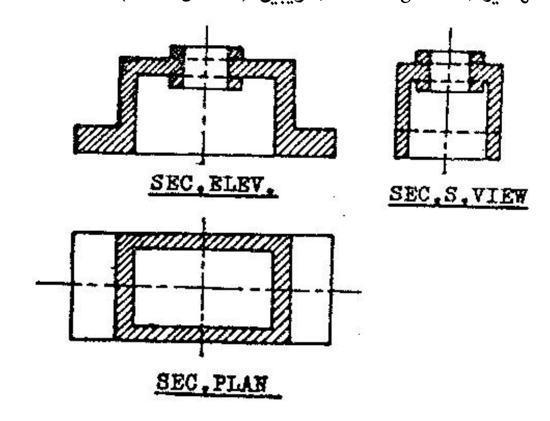
أما إذا كان مستوى القطع موازياً للمستوى الأفقي كما في (الشكل 8.9) فإن مسقط القطاع النـاتج يسمى (قطاع أفقي كامل Sectional Plan).



شكل 8.9

ومن المهم أن نلاحظ مواضع مستويات القطع (A, B, C) في المساقط الثلاثـة الموضـحة في (الشـكل 8.6) فمثلاً للحصول على القطاع الراسي فإن مسقط مستوى القطع A يظهـر في المسـتوى الجـانبي منطقبـاً على محور التماثل Y – Y.

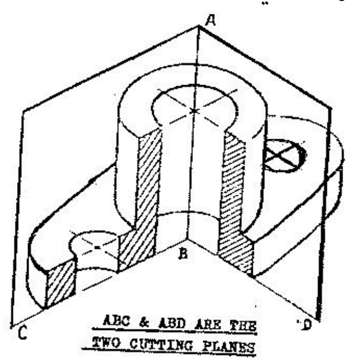
ولتمييز الأجزاء المقطوعة من الجسم وهي التي يمر فيها مستوى القطع، اصطلح على تهشيرها بخطوط رفيعة متجانسة على مسافات متساوية من بعضها البعض وتميل بزاوية 45° مع الأفق. وتسمى هذه الخطوط بخطوط التهشير (Hatching Lines) ويبين (الشكل 8.10) مساقط القطاعات الثلاثة السابقة.



شكل 8.10

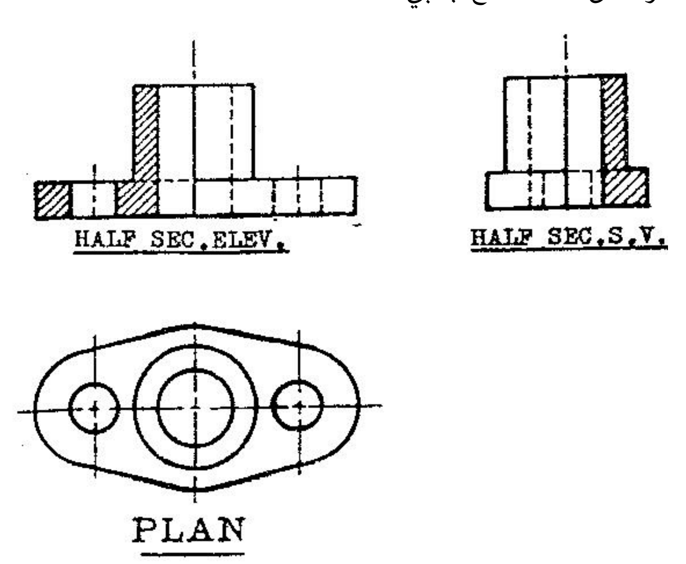
8.4 مساقط أنصاف القطاعات HALF – SECTIONAL VIEWS

يمكن الحصول على هذه المساقط للأجسام المتماثلة بأن نتخيل قطع الجسم بمستويين متعامدين أحدهما يوازي مستوى الإسقاط وينتهي عند محور تماثل رئيسي للجسم، والآخر عمودي على مستوى الإسقاط وينتهي أيضاً عند هذا المحور، كما في (الشكل 8.11).



شكل 8.11

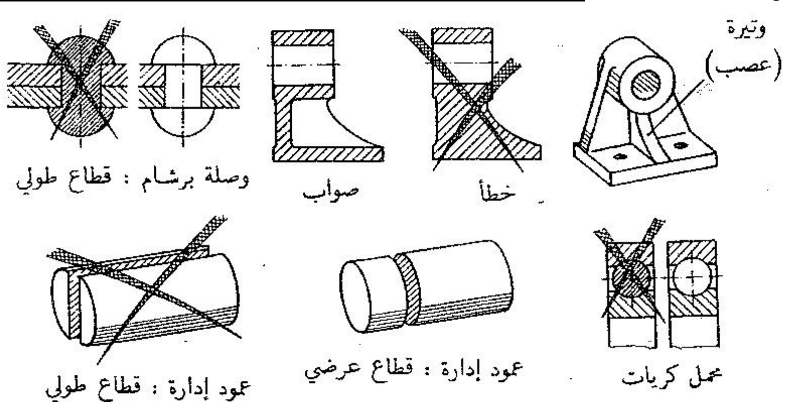
ونستنتج من ذلك أنه لإيجاد مسقط نصف القطـاع نتخيـل إزالـة ربـع الجسـم. ويوضـح (الشـكل 8.12) كيفية الحصول على نصف قطاع جانبي.



شكل 8.12

8.5 الأجزاء التي لا تقطع

إذا كانـت الأعصـاب والأعمـدة المصـمتة والمسـامير الملوليـة ومسـامير البرشـام والمحـاور أو الـدسر والخوابير والمسامير عامة والأصابع (التيل) إلى آخره من هذه الأشكال، واقعة في مستوى القطع فلا تمثـل في قطاعات طولية، كما لا تمثل الأجسام المتدحرجة في المحامل المتدحرجة في قطاع على الرسم. انظـر الحـالات المختلفة المبينة في (الشكل 8.13).

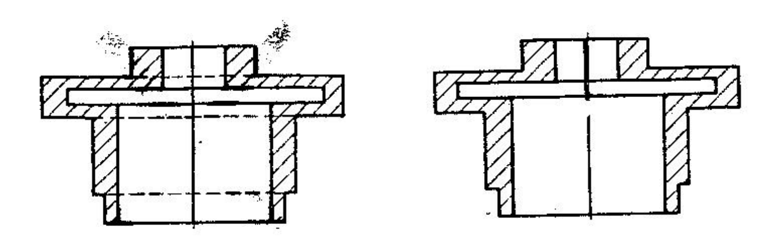


شكل 8.13

8.6 قواعد عامة للرسم

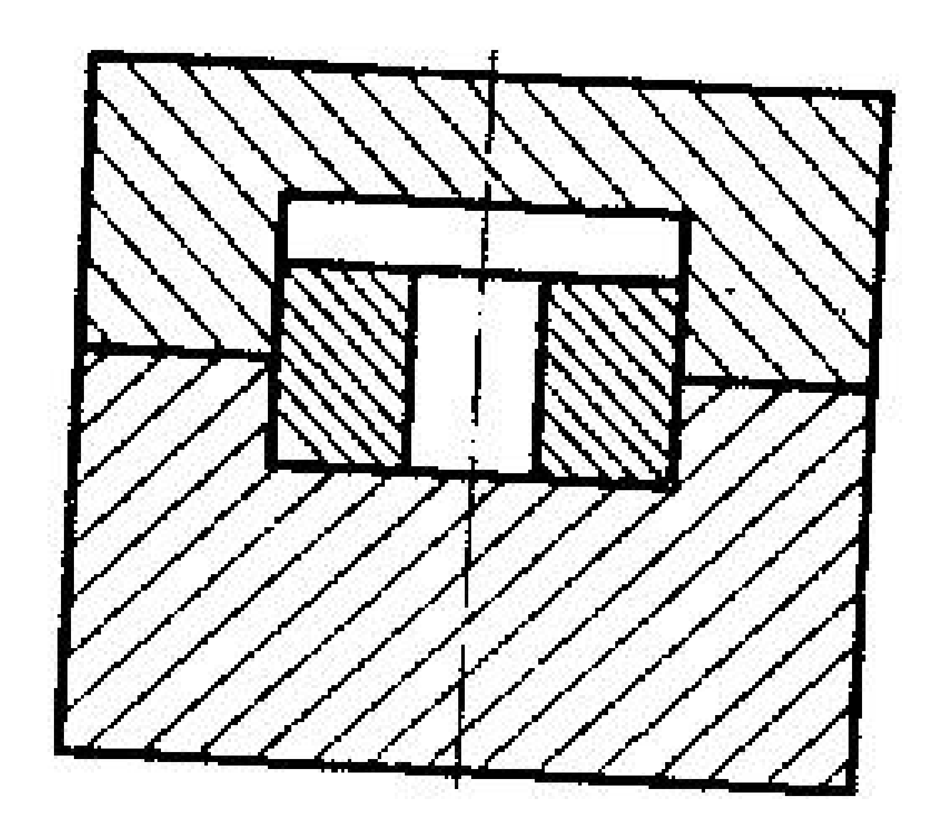
تهشر المساحات المقطوعة بخطوط رفيعة كاملة بزاوية ميل قدرها °45 ويتوقف البعد بين خطوط الترقين على مقدار المساحة المقطوعة. وإذا تطلب الأمر وضع قيمة البعد أو أي كتابة أخرى على السطح المشهر فتقطع خطوط التهشير.

عند تمثيل الأجسام المقطوعة، لا ترسم الحواف غير المرئية بخطوطها المنقطة وذلك لضمان وضوح القطاع. إلا أن هذه الحواف ترسم فقط إذا ما تطلب وضوح الرسم ضرورة وجودها، (الشكل 4.18).



شكل 8.14

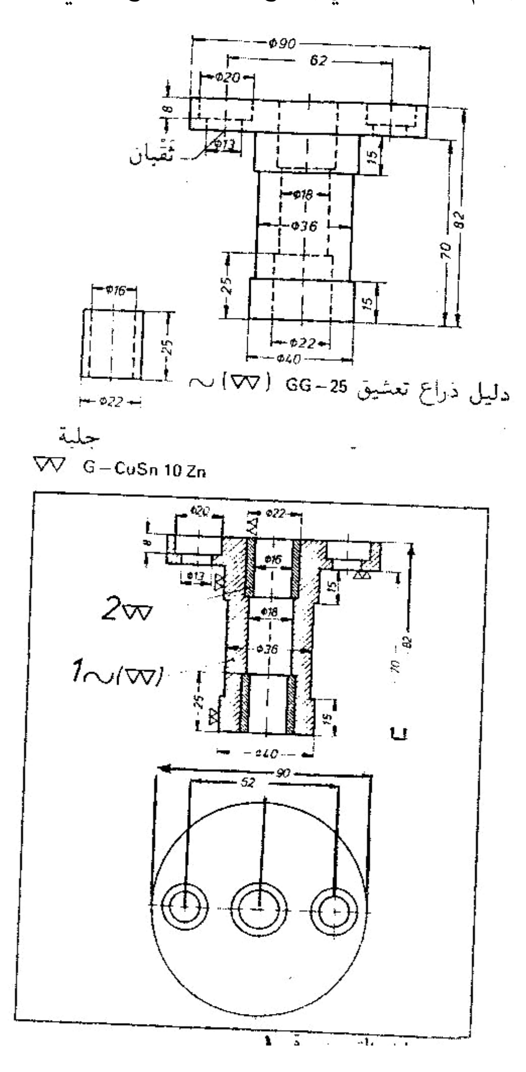
وإذا قطعت مشغولة مركبة من عدة أجزاء يهشر كل جزء بخطوط تختلف في اتجاها أو كثافتها عن خطوط تهشير الجزء المجاور، (الشكل 8.15).



شكل 8.15

تمارين

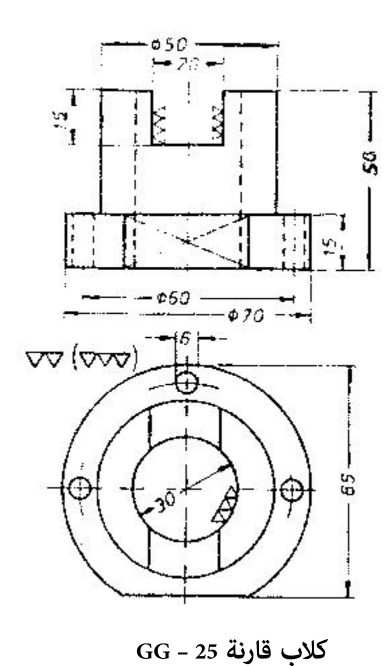
1- المطلوب رسم المسقطين الرأسي والأفقي بمقياس رسم 1:1 لدليل ذراع التعشيق وبداخله الجلبة. اكتب الأبعاد على الرسم. (يرسم المسقط الراسي بقطاع كامل أو قطاع نصفي).



مثال لحل التمرين رقم 1

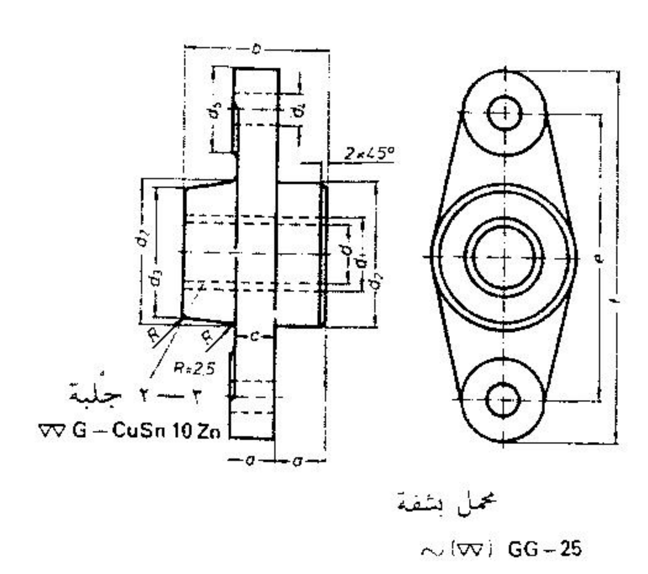
2- المطلوب رسم المساقط الثلاثة لكلابة القارن المخلبي بمقياس رسم 1:1 وكتابة الأبعاد على الرسم.

(يوضح المسقط الجانبي في قطاع).



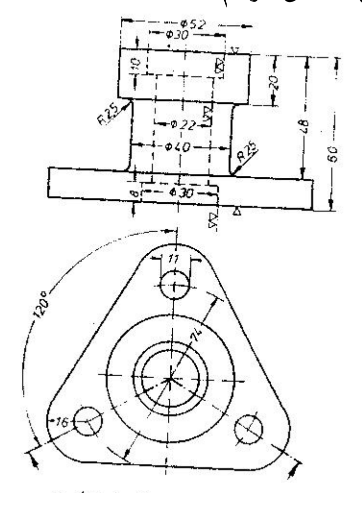
كلاب قارنة 25 – GG

3- ارسم القطاع الأفقي (كقطاع كامل أو قطاع نصفي) والقطاع الجانبي لمحمل بشفة، ثـم أكتـب الأبعـاد طبقاً للجدول المبين من الأرقام 1 إلى 3 بمقياس رسم 1:1 تعمل قائمة الأجزاء طبقاً لحـل التمـرين رقـم 1.



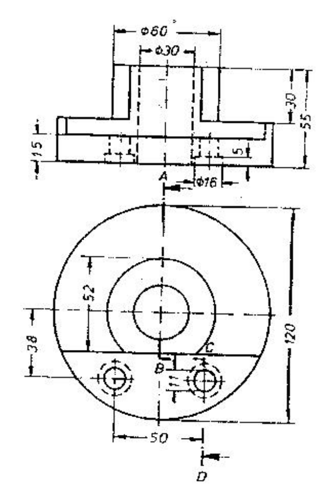
f	e	d_5	d_4	d_3	d_2	d_1	c	b	a	d	رقم
140	110	30	11.5	45	50	21	14	50	16	15	١
155	120	35	14	50	55	27	15	55	18	20	
155	120	35	14	55	60	32	17	60	20	25	

4- المطلوب رسم مسقط رأسي قطاع (طبقاً لمستوى القطع المبين)، ومسقط أفقي لمحمل ذي شفة (شـكل 1) بمقياس رسم 1:1 أكتب الأبعاد على الرسم.

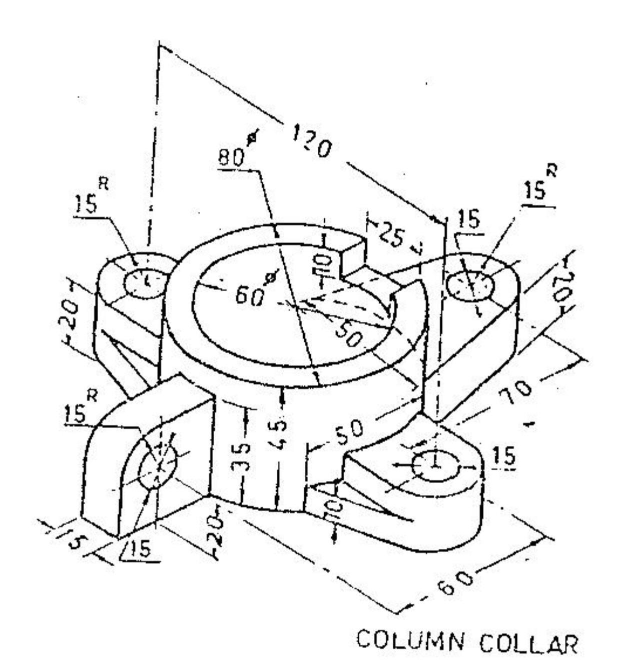


1. محمل ذو شفة GG- 20

5- المطلوب رسم لـوح التغطيـة (شـكل 2) بمقيـاس رسـم 1:1، وكتابـة الأبعـاد عـلى الرسـم، وذلـك طبقـاً للمعطيات التالية: اجعل المسقط الأفقي المبين بالرسم مسقطاً جانبياً، ثم ارسم المسقط الـرأسي التـابع له بالقطاع A – D.

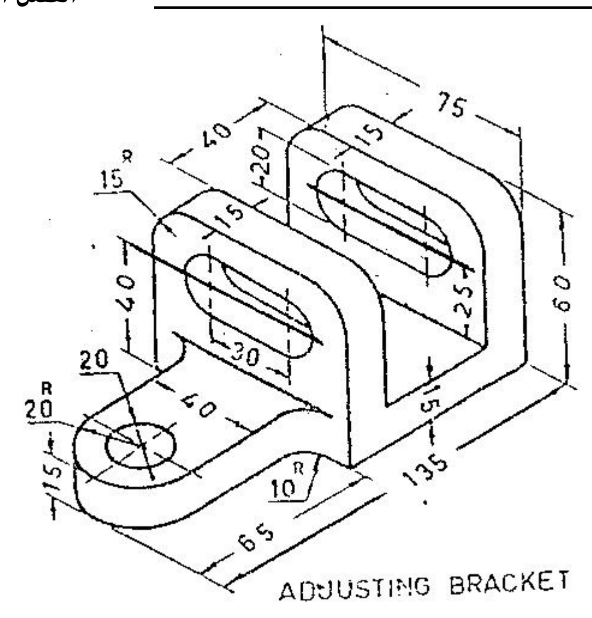


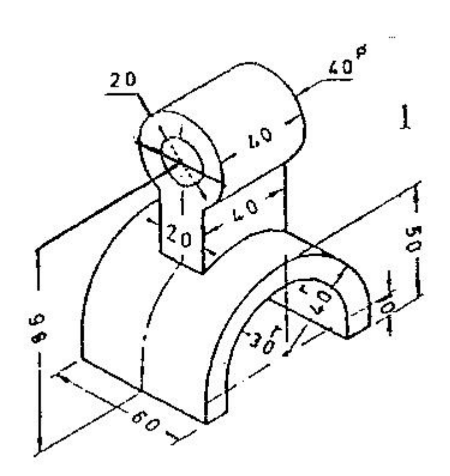
لوح تغطية لدليل ثقب W C45



COLUMN COLLAR

TUBE HANGER


ADJUSTING BRACKET



المراجع

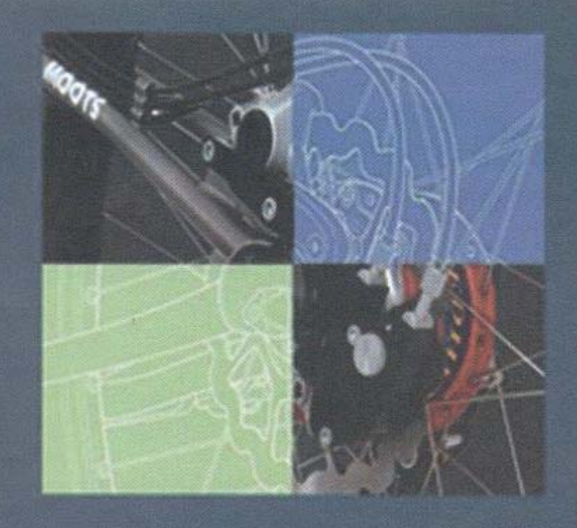
1- French and Vierck; "Engineering Drawing and Graphic Techmology" MC Graw – Hill Book.

2- د. سامي علي حسن، د. محمد هاني قزامل "الرسم الهندسي والهندسة الوصفية" جامعة المنوفية، كلية الهندسة – شبين الكوم.

3- نخبة من الأساتذة المختصين "الرسم الفني للهندسة الميكانيكية" المملكة العربية السعودية، وزارة المعارف.

4- نخبة من الأساتذة المختصين "الجداول الفنية للمركبات الآلية" المملكة العربية السعودية، وزارة المعارف.

Engineering Drawing



ISBN 978-9957-35-028-4

978 9957 35 028 4

مركز الكتاب الأكاديمي للنشر و التوزيع
عمان-شارع الملك حسين- مجمع الفحيص التجاري
تلفاكس:4619511-6-962+ ص.ب:1061عمان11732 الأردن
البريد الألكتروني:A.B.CENTER@hotmail.com